

**UJI KEMAMPUAN *RESIN IMMOBILIZED PHOTOCATALYST*
TiO₂ DAN ZnO SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF
UNTUK MENGOLAH BERBAGAI JENIS LIMBAH YANG
MENGANDUNG Cr⁶⁺ DENGAN REAKTOR *CONTINUE***

SKRIPSI



Oleh :

RIZKITA RAHMAWATI

NPM 21034010051

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

2025

**UJI KEMAMPUAN *RESIN IMMOBILIZED PHOTOCATALYST*
TiO₂ DAN ZnO SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF
UNTUK MENGOLAH BERBAGAI JENIS LIMBAH YANG
MENGANDUNG Cr⁶⁺ DENGAN REAKTOR *CONTINUE***

SKRIPSI



Oleh :

RIZKITA RAHMAWATI

NPM 21034010051

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

2025

**UJI KEMAMPUAN RESIN IMMOBILIZED PHOTOCATALYST
TiO₂ DAN ZnO SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF
UNTUK MENGOLAH BERBAGAI JENIS LIMBAH YANG
MENGANDUNG Cr⁶⁺ DENGAN REAKTOR CONTINUE**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

RIZKITA RAHMAWATI
NPM: 21034010051

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**UJI KEMAMPUAN *RESIN IMMOBILIZED PHOTOCATALYST*
TiO₂ DAN ZnO SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF
UNTUK MENGOLAH BERBAGAI JENIS LIMBAH YANG
MENGANDUNG Cr⁶⁺ DENGAN REAKTOR *CONTINUE***

Disusun Oleh:


Rizkita Rahmawati
NPM. 21034010051

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,


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

Mengetahui,

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


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19680403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**UJI KEMAMPUAN RESIN IMMOBILIZED PHOTOCATALYST
TiO₂ DAN ZnO SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF
UNTUK MENGOLAH BERBAGAI JENIS LIMBAH YANG
MENGANDUNG Cr⁶⁺ DENGAN REAKTOR CONTINUE**

Disusun Oleh:


Rizkita Rahmawati
NPM. 21034010051

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
CHEESA (Terakreditasi Sinta 3)**

Menyetujui,

Pembimbing


Dr. Okik Hendriyanto C., S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007

TIM PENGUJI

1. Ketua


Prof. Euis Nurul Hidayah, S.T., M.T., Ph.D.
NIP./NPT. 19771023 202121 2 004

2. Anggota


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

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


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

LEMBAR REVISI

**UJI KEMAMPUAN RESIN *IMMOBILIZED PHOTOCATALYST*
TiO₂ DAN ZnO SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF
UNTUK MENGOLAH BERBAGAI JENIS LIMBAH YANG
MENGANDUNG Cr⁶⁺ DENGAN REAKTOR *CONTINUE***

Disusun Oleh:


Rizkita Rahmawati
NPM. 21034010051

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal

September 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Prof. Euis Nurul Hidayah, S.T., M.T., Ph.D.
NIP./NPT. 19771023 202121 2 004


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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizkita Rahmawati
NPM : 21034010051
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

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

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

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

Surabaya, 12 September 2025

Yang Membuat Pernyataan



Rizkita Rahmawati
NPM. 21034010051

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Uji Kemampuan *Resin Immobilized Photocatalyst* TiO₂ dan ZnO Sebagai Teknologi Alternatif untuk Mengolah Berbagai Jenis Limbah yang Mengandung Cr⁶⁺ dengan Reaktor *Continue*” dengan baik.

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan dan bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Adapun penulisan Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk menambah wawasan tentang RIPT-TiO₂ dan RIPT-ZnO dalam pemanfaatannya sebagai teknologi alternatif untuk meyisihkan Cr⁶⁺ di berbagai limbah bagi para pembaca dan juga bagi penulis.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT., selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, saran, bantuan, dan pengarahan selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan sebagian ilmunya selama perkuliahan.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis.

Surabaya, 19 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.1.1 Limbah Anorganik.....	6
2.1.2 Industri Pelapisan Logam.....	7
2.1.3 Industri Batik.....	8
2.1.4 Kromium Heksavalen.....	9
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Resin Penukar Ion	11
2.2.2 Kapasitas Resin	14
2.2.3 Fotokatalis	17
2.2.4 Fotokatalis ZnO.....	18
2.2.5 Fotokatalis TiO ₂	19
2.2.6 Sinar UV.....	21
2.2.7 Resin Immobilized Photocatalyst Technology (RIPT).....	25
2.2.8 Penelitian Terdahulu.....	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	30
3.1 Kerangka Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan.....	31
3.2.1 Alat Penelitian	31

3.2.2	Bahan Penelitian.....	32
3.3	Variabel Penelitian	32
3.3.1	Variabel Tetap.....	32
3.3.2	Variabel Bebas	33
3.3.3	Variabel Terikat	33
3.4	Mekanisme Kerja	33
3.4.1	Skema Penelitian	33
3.4.2	Desain dan Pembuatan Reaktor.....	34
3.4.3	Tahap Imobilisasi TiO ₂ dan ZnO pada Resin	35
3.4.4	Tahap Pembuatan Limbah Artifisial.....	36
3.4.5	Penelitian Utama	37
3.4.6	Pengujian Kromium Heksavalen.....	37
3.4.7	Analisis Data	38
3.5	Jadwal Kegiatan	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Karakteristik Limbah	43
4.1.1	Karakteristik Limbah Pelapisan Logam.....	43
4.1.2	Karakteristik Limbah Batik.....	43
4.1.3	Karakteristik Limbah Artifisial	44
4.2	Pengaruh Jenis Limbah terhadap Persentase Penyisihan Cr ⁶⁺	45
4.3	Pengaruh Kekakuan Terhadap Persentase Penyisihan Cr ⁶⁺	49
4.4	Pengaruh pH terhadap Persentase Penyisihan Cr ⁶⁺	50
4.5	Pengaruh Suhu terhadap Persentase Penyisihan Cr ⁶⁺	52
4.6	Pengaruh Kapasitas Resin dalam Menyisihkan Cr ⁶⁺	53
4.7	Analisis Statistika.....	57
4.7.1	Analisis Anova One Way Persentase Penyisihan Cr ⁶⁺ terhadap Jenis Limbah.....	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....		62
LAMPIRAN A DATA HASIL PENELITIAN.....		71

LAMPIRAN B PERHITUNGAN	73
B.1 Perhitungan Kapasitas Resin.....	73
B.2 Perhitungan Reaktor.....	88
LAMPIRAN C DOKUMENTASI	90
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Struktur Resin Penukar Kation	12
Gambar 2.2 Skema Struktur Resin Penukar Kation	13
Gambar 2.3 Hasil Uji SEM Permukaan Resin (a) Sebelum perlakuan dan (b) Setelah Perlakuan	15
Gambar 2.4 Skema Fotokatalis.....	17
Gambar 2.5 Struktur Kristal ZnO: (a) Cubic Rocksalt, (b) Cubic Zinc Blende, (c) Hexagonal Wurtzite.....	19
Gambar 2.6 Struktur Kristal Polimorf TiO ₂ Rutil (Tetragonal), Brookite (Ortorombik), dan Anatase (Tetragonal)	20
Gambar 2.7 Hasil Uji SEM Permukaan (a) Resin tanpa katalis dan (b) RIPT-TiO ₂	25
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Tampak Atas Desain Reaktor Continue Fotokatalis	35
Gambar 3.3 Tampak Samping Desain Reaktor Continue Fotokatalis	35
Gambar 3.4 Pembuatan RIPT	35
Gambar 3.5 Pembuatan Limbah Artifisial Cr ⁶⁺	36
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Limbah (a) Pelapisan Logam, (b) Batik, dan (c) Artifisial terhadap Persentase Penyisihan Cr ⁶⁺	45
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Cr ⁶⁺ pada Limbah Batik	48
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Limbah (a) Pelapisan Logam, (b) Batik, dan (c) Artifisial terhadap Persentase Penyisihan Kekeruhan.....	49
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh pH pada Limbah (a) Pelapisan Logam, (b) Batik, dan (c) Artifisial terhadap Proses Fotokatalis	50
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Suhu pada Limbah (a) Pelapisan Logam, (b) Batik, dan (c) Artifisial terhadap Proses Fotokatalis	52
Gambar 4.6 Pengaruh Kapasitas Resin pada Limbah (a) Pelapisan Logam, (b) Batik, dan (c) Artifisial terhadap Penyisihan Cr ⁶⁺	56
Gambar C.1 Proses Pembuatan RIPT-TiO ₂ dan RIPT-ZnO	90

Gambar C.2 Reaktor Kontinyu Fotokatalis	91
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri Pelapisan Logam menurut PermenLH RI No. 5 Tahun 2014	8
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil menurut PermenLH RI No. 5 Tahun 2014.....	9
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Matriks Penelitian.....	39
Tabel 3.2 Metode Analisis Data.....	40
Tabel 3.3 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Pelapisan Logam	43
Tabel 4.2 Karakteristik Limbah Batik	44
Tabel 4.3 Karakteristik Limbah Artifisial.....	44
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Kapasitas Resin.....	53
Tabel A.1 Data Analisa Hasil Penelitian Parameter Cr^{6+} , Kekeruhan, pH, dan Suhu menggunakan RIPT-TiO ₂ , RIPT-ZnO, dan Resin.....	71

ABSTRAK

Kromium Heksavalen merupakan polutan toksik dan karsinogenik yang sering ditemukan dalam limbah industri seperti elektroplating, penyamakan kulit, dan pewarnaan tekstil, sehingga memerlukan metode pengolahan yang efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini menguji kemampuan *resin immobilized photocatalyst* berbasis TiO_2 dan ZnO sebagai teknologi alternatif yang efektif untuk mengolah limbah pelapisan logam, batik, dan artifisial yang mengandung Cr^{6+} menggunakan reaktor kontinyu. Dalam studi ini, fotokatalis TiO_2 dan ZnO diimobilisasi pada resin untuk meningkatkan stabilitas, meminimalkan kehilangan katalis, dan memfasilitasi pemisahan pasca-reaksi, menjadikannya ideal untuk aplikasi reaktor kontinyu. Pengujian dilakukan terhadap simulasi berbagai jenis limbah dengan konsentrasi Cr^{6+} yang bervariasi, serta parameter operasional seperti, kekeruhan, pH, suhu, dan waktu kontak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas RIPT menunjukkan penurunan seiring berjalannya waktu sampling dan jenis RIPT terbaik dalam mereduksi Cr^{6+} adalah RIPT- TiO_2 . Dari ketiga jenis limbah, penyisihan Cr^{6+} terbaik ada pada limbah pelapisan logam, sedangkan Limbah batik memiliki persen penyisihan tertinggi sebesar 89,14%, namun mengalami penurunan di menit selanjutnya.

Kata kunci: Fotokatalis, RIPT- TiO_2 , RIPT- ZnO , Kromium Heksavalen, Limbah Industri, Reaktor Kontinyu, Imobilisasi Resin.

ABSTRACT

Hexavalent Chromium is a toxic and carcinogenic pollutant frequently found in industrial wastewater from processes such as electroplating, leather tanning, and textile dyeing, thus necessitating efficient and sustainable treatment methods. This research investigates the capability of resin-immobilized photocatalysts (RIPT) based on TiO_2 and ZnO as an effective alternative technology for treating electroplating, batik, and artificial wastewater containing Cr^{6+} using a continuous reactor. In this study, TiO_2 and ZnO photocatalysts were immobilized onto a resin to enhance stability, minimize catalyst loss, and facilitate post-reaction separation, making them ideal for continuous reactor applications. Tests were conducted on simulations of various types of wastewater with varying Cr^{6+} concentrations, as well as operational parameters such as turbidity, pH, temperature, and contact time. The results show that the capacity of RIPT decreased with sampling time, and the best type of RIPT for reducing Cr^{6+} was RIPT- TiO_2 . Among the three types of wastewater, the best Cr^{6+} removal was observed in electroplating wastewater, while batik wastewater achieved the highest removal percentage of 89.14%, but experienced a decrease in subsequent minutes.

Keywords: Photocatalyst, RIPT- TiO_2 , RIPT- ZnO , Chromium Hexavalent, Industrial Wastewater, Continuous Reactor, Resin Immobilization.