

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**“OPTIMASI PENGARUH KONSENTRASI ZAT ADITIF DAN KECEPATAN  
PENGADUKAN TERHADAP PENGURANGAN ENDAPAN BARIUM SULFAT  
PADA PIPA PERMINYAKAN MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE  
METHODOLOGY*”**



**DISUSUN OLEH :**

**HUSNA ZAKA ANSHORI**

**21031010005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK & SAINS  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2025**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**"OPTIMASI PENGARUH KONSENTRASI ZAT ADITIF DAN KECEPATAN**  
**PENGADUKAN TERHADAP PENGURANGAN ENDAPAN BARIUM SULFAT**  
**PADA PIPA PERMINYAKAN MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE***  
***METHODOLOGY*"**



**DISUSUN OLEH :**

**HUSNA ZAKA ANSHORI**

**21031010005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK & SAINS**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2025**



Laporan Hasil Penelitian  
Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan  
Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa  
Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"OPTIMASI PENGARUH KONSENTRASI ZAT ADITIF DAN  
KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PENGURANGAN ENDAPAN  
BARIUM SULFAT PADA PIPA PERMINYAKAN MENGGUNAKAN  
RESPONSE SURFACE METHODOLOGY"**

Disusun Oleh :

**HUSNA ZAKA ANSHORI 21031010005**

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Pembimbing dan Penguji  
Pada tanggal : 8 Januari 2025

Dosen Penguji :

Dosen Pembimbing

1.

  
**Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.**  
NIP. 19570314 198603 2 001

  
**Dr. Ir. Novel Karaman, M.T.**  
NIP. 19580801 1987031 001

2.

  
**Ir. Ely Kurniati, M.T.**  
NIP. 19641018 199203 2 001

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

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

Laporan Hasil Penelitian

Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**"OPTIMASI PENGARUH KONSENTRASI ZAT ADITIF DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PENGURANGAN ENDAPAN BARIUM SULFAT PADA PIPA PERMINYAKAN MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*"**

DISUSUN OLEH :

HUSNA ZAKA ANSHORI 21031010005

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing Penelitian

  
Dr. Ir. Novel Karaman, M.T.  
NIP. 19580801 198703 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295  
Email : [ft@upnjatim.ac.id](mailto:ft@upnjatim.ac.id) Laman : <https://ft.upnjatim.ac.id>

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: 1. Husna Zaka Anshori NPM. 21031010005  
2. Kamaliatul Fajria NPM. 21031010032

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi /~~tidak ada revisi\*~~) ~~Proposal/ Skripsi/ Kerja Praktek~~, dengan

Judul:

**"Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan Pengadukan terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology*"**


Surabaya, 20 Januari 2025

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT  
NIP. 19570314 198603 2 001
2. Ir. Ely Kurniati, MT  
NIP. 19641018 199203 2 001

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

  
Dr. Ir. Novel Karaman, MT  
NIP. 19580801 198703 1 001

\*) Coret yang tidak perlu



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

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294



**SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Husna Zaka Anshori  
NPM : 21031010005  
Program : Sarjana (S1)  
Program Studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi 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 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, 13 Maret 2025

Yang Membuat Pernyataan



Husna Zaka Anshori  
NPM. 21031010005



## Laporan Hasil Penelitian

Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

---

### KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Hasil Penelitian yang berjudul “Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif Dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology*” sebagai salah satu syarat untuk kelulusan.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam proses penelitian sampai penyusunan laporan. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Novel Karaman, M.T., selaku Dosen Pembimbing Penelitian yang senantiasa memberikan bimbingan, ide, saran, dan masukan kepada penulis.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T., selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.
5. Ibu Ir. Ely Kurniati, M.T., selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.
6. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materiil.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan proposal ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan laporan. Akhir kata, kami berharap laporan proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Surabaya, 7 Januari 2025

Penyusun



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
INTISARI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan Penelitian .....	2
I.3 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Secara Umum .....	4
II.1.1 Barium Sulfat .....	4
II.1.2 Zat Aditif.....	4
II.1.3 Optimasi .....	5
II.1.4 Metode Optimasi .....	6
II.1.5 Response Surface Methodology (RSM) .....	7
II.2 Landasan Teori .....	9
II.2.1 Mekanisme Terbentuknya Endapan Barium Sulfat .....	9
II.2.2 <i>Box-Behken Design</i> .....	9
II.2.3 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) .....	10
II.2.4 Pengujian Kesesuaian Model .....	11
II.2.5 Faktor yang Mempengaruhi .....	12

---





## Laporan Hasil Penelitian

### Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

---

II.2.7	Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i> .....	14
II.2.8	Analisis <i>Energy-Dispersive X-Ray</i> .....	14
II.2.8	Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> .....	14
II.3	Hipotesis .....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
III.1	Bahan yang Dibutuhkan.....	16
III.2	Alat yang Digunakan .....	16
III.2.1	Rangkaian Alat.....	16
III.3	Variabel.....	17
III.4	Prosedur Penelitian .....	18
III.5	Diagram Alir .....	20
III.6	Analisis .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		37
DAFTAR PUSTAKA .....		39
APPENDIX.....		44
LAMPIRAN.....		47



---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar II. 1 [kiri] Ilustrasi Plot Permukaan Respon [kanan] Ilustrasi Plot Kontur Response Surface(Montgomery, 2001).....	7
Gambar II. 2 Desain visual box-behken untuk 3 faktor.....	10
Gambar III. 1 Rangkaian alat pengurangan endapan barium sulfat.....	16
Gambar III. 2 Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar III. 3 Diagram Alir pada Software .....	21
Gambar IV. 1 Pareto Chart pengaruh variabel terhadap respon berat endapan.....	26
Gambar IV. 2 Contour plot optimasi.....	26
Gambar IV. 3 <i>Surface plot</i> optimasi .....	27
Gambar IV. 4 Pareto Chart pengaruh variabel terhadap respon berat endapan. ...	30
Gambar IV. 5 Contour plot optimasi.....	30
Gambar IV. 6 <i>Surface plot</i> optimasi .....	31
Gambar IV. 7 Morfologi endapan barium Sulfat pada perbesaran 3500X .....	34
Gambar IV. 8 Line EDX Endapan Barium Sulfat dengan Zat aditif ZnCl <sub>2</sub> .....	34
Gambar IV. 9 Line EDX Endapan Barium Sulfat dengan Zat aditif CuCl <sub>2</sub> .....	34
Gambar IV. 10 Pola XRD Endapan Barium Sulfat pada Konsentrasi 24 PPM, 240 RPM, dan 25 Menit dengan Zat Aditif ZnCl <sub>2</sub> .....	35
Gambar IV. 11 Pola XRD Endapan Barium Sulfat pada Konsentrasi 24 PPM, 240 RPM, dan 25 Menit dengan Zat Aditif CuCl <sub>2</sub> .....	36



## Laporan Hasil Penelitian

Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

---

### DAFTAR TABEL

Tabel II. 3 Analysis Of Variance .....	10
Tabel III. 1 kode dan level variabel Box Behnken design.....	17
Tabel III. 2 Rancangan Percobaan menggunakan Box Behnken Design.....	18
Tabel IV. 1 Berat endapan barium sulfat (respons) pada konsentrasi aditif ZnCl <sub>2</sub> , kecepatan pengadukan dan waktu pencampuran.....	23
Tabel IV. 2 Berat endapan barium sulfat (respons) pada konsentrasi aditif CuCl <sub>2</sub> , kecepatan pengadukan dan waktu pencampuran .....	24
Tabel IV. 3 Hasil analysis of variance (ANOVA) respon endapan barium sulfat dengan aditif ZnCl <sub>2</sub> .....	25
Tabel IV. 4 Kondisi Optimal.....	28
Tabel IV. 5 Hasil ANOVA respon endapan barium sulfat dengan aditif CuCl <sub>2</sub> ..	29
Tabel IV. 6 Kondisi Optimum .....	32
Tabel IV. 7 Validasi Hasil Optimal RSM dengan Zat Aditif ZnCl <sub>2</sub> .....	33
Tabel IV. 8 Validasi Hasil Optimal RSM dengan Zat Aditif CuCl <sub>2</sub> .....	33
Tabel IV. 9 Hasil Line Analysis EDX Endapan Barium Sulfat dalam % Berat ...	34



## Laporan Hasil Penelitian

# Optimasi Pengaruh Konsentrasi Zat Aditif dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Pengurangan Endapan Barium Sulfat pada Pipa Perminyakan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

---

### INTISARI

Endapan barium sulfat merupakan endapan yang cukup serius dan kompleks dalam dunia industri. Oleh karena itu pertumbuhan endapan barium sulfat perlu dikendalikan. Salah satu cara untuk mengurangi pembentukan endapan barium sulfat yaitu dengan menambahkan zat aditif dan kecepatan pengadukan serta waktu pencampuran. Penentuan variabel penambahan zat aditif, kecepatan dan waktu pencampuran pada penelitian ini menggunakan Box Behnken Design dengan *Response Surface Methodology*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat aditif ( $ZnCl_2$  Dan  $CuCl_2$ ) dengan variasi konsentrasi zat aditif 0, 12, 24 ppm, kecepatan pengadukan 0, 240, 480 rpm dan waktu pencampuran 25, 75, 125 menit terhadap perolehan endapan barium sulfat.  $BaSO_4$  3000 ppm terbentuk dengan mereaksikan larutan  $BaCl_2$  dan  $Na_2SO_4$  pada suhu  $50^\circ C$ . Hasil penelitian diperoleh model matematika untuk memprediksi kondisi optimal perolehan endapan barium sulfat. Kondisi optimal perolehan endapan barium sulfat yaitu 0,22727 gr dengan konsentrasi aditif  $ZnCl_2$  24 ppm, kecepatan pengadukan 48,48 rpm dan waktu pencampuran 25 menit. Sedangkan perolehan endapan barium sulfat 0,2393 gr dengan konsentrasi aditif  $CuCl_2$  24 ppm, kecepatan pengadukan 77,576 rpm dan waktu pencampuran 54,2929 menit. Terlihat bahwa aditif  $ZnCl_2$  memiliki kemampuan mengurangi endapan barium sulfat lebih besar dibandingkan dengan aditif  $CuCl_2$

*Keywords* : Barium sulfat, *Box Behnken Design*, *Response Surface Methodology*,  $ZnCl_2$ ,  $CuCl_2$