

SKRIPSI

**PENGARUH LAJU ALIR DAN TEKANAN UDARA PADA
SISTEM *PRETREATMENT* ZEOMANGAN COLUMN
TERHADAP PENINGKATAN KINERJA ULTRAFILTRASI AIR
SUMUR MENJADI AIR MINUM**



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah Skripsi
Program Diploma IV Pada Jurusan Teknik Kimia
Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri**

OLEH:

EPAN RIANSYAH

062240422478

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH LAJU ALIR DAN TEKANAN UDARA PADA SISTEM PRETREATMENT ZEOMANGAN COLUMN TERHADAP PENINGKATAN KINERJA ULTRAFILTRASI AIR SUMUR MENJADI AIR MINUM

Disusun Oleh:

Epan Riansyah
0622 4042 2478

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NUPTK 2953751652230102

Pembimbing II

Tahdid, S.T., M.T.
NUPTK 9445750651130062

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T.
NIP 197201131997021001

Koordinator Program Studi
DIV Teknologi Kimia Industri

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 1973062119990320001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : d4industri@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Epan Riansyah

NIM : 062240422478

Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi dengan judul **Pengaruh Laju Alir Dan Tekanan Udara Pada Sistem Pretreatment Zeomangan Column Terhadap Peningkatan Kinerja Ultrafiltrasi Air Sumur Menjadi Air Minum**, tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Pembimbing I,

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NUPTK 2953751652230102

Pembimbing II,

Tahdid, S.T., M.T.
NUPTK 9445750651160062

Palembang, 23 Juli 2026

Penulis,

Epan Riansyah
NPM. 062240422478



MOTTO

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah ayat 94:5–6)

Jika kamu berani mencoba, kamu akan menemukan jawabannya. Jika tidak, kamu hanya akan hidup dengan penyesalan karena tidak pernah mencoba

(Epan Riansyah)

ABSTRAK

PENGARUH LAJU ALIR DAN TEKANAN UDARA PADA SISTEM PRETREATMENT ZEOMANGAN COLUMN TERHADAP PENINGKATAN KINERJA ULTRAFILTRASI AIR SUMUR MENJADI AIR MINUM

(Epan Riansyah, 2026, 48 Halaman, 40 Tabel, 14 Gambar, 5 Lampiran)

Kualitas air sumur yang digunakan sebagai sumber air baku sering kali belum memenuhi standar air minum karena mengandung besi (Fe), mangan (Mn), Total Dissolved Solids (TDS), kekeruhan, serta kontaminan mikrobiologi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Air Minum Isi Ulang (AMIU) dari air sumur menggunakan sistem *pre-treatment* berupa kolom aerasi, kolom *zeomangan*, dan kolom karbon aktif yang dikombinasikan dengan membran ultrafiltrasi, serta menganalisis pengaruh variasi laju alir dan tekanan udara aerasi terhadap efektivitas penyerapan parameter pencemar. Penelitian dilakukan menggunakan variasi tekanan udara aerasi 4 dan 5 bar serta laju alir 6, 8, 10, 12, dan 14 L/menit. Air baku yang digunakan memiliki karakteristik awal pH 7,9; TDS 341 mg/L; Fe 0,60115 mg/L; Mn 0,42823 mg/L; kekeruhan 7,23 NTU; *E. coli* 121 CFU/100 mL; dan coliform 1 CFU/100 mL. Sistem pengolahan terdiri atas proses aerasi, filtrasi menggunakan *zeomangan* dan karbon aktif, dilanjutkan dengan ultrafiltrasi dan desinfeksi ultraviolet. Parameter yang dianalisis meliputi pH, TDS, Fe, Mn, kekeruhan, *E. coli*, dan coliform. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tekanan aerasi dan penyerapan laju alir meningkatkan efektivitas pengolahan air. Kondisi optimum diperoleh pada tekanan aerasi 5 bar dan laju alir 6 L/menit dengan kualitas air bersih hasil *pre-treatment* berupa TDS 139 mg/L, pH 6,8, Fe 0,0103 mg/L, Mn 0,0143 mg/L, dan kekeruhan 0,89 NTU. Efektivitas penyerapan TDS dan Fe masing-masing mencapai 55,5% dan 98,29%. Setelah proses ultrafiltrasi, kualitas air minum yang dihasilkan memiliki pH 6,8; TDS 142 mg/L; Fe 0,15 mg/L; Mn 0,06 mg/L; kekeruhan 0,9 NTU; *E. coli* 0 CFU/100 mL; dan coliform 0 CFU/100 mL sehingga telah memenuhi persyaratan kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

Kata kunci: Aerasi, Air Minum, Karbon Aktif, Ultrafiltrasi, Zeomangan

ABSTRACT

THE EFFECT OF FLOW RATE AND AIR PRESSURE IN THE ZEOMANGAN COLUMN PRETREATMENT SYSTEM ON IMPROVING THE PERFORMANCE OF ULTRAFILTRATION OF WELL WATER INTO DRINKING WATER

(Epan Riansyah, 2026, 48 Pages, 40 Tables, 14 Figures, 5 Attachments)

The quality of well water used as a raw water source often does not meet drinking water standards due to its high iron (Fe), manganese (Mn), total dissolved solids (TDS), turbidity, and microbiological contaminants. This study aimed to produce refillable drinking water (AMIU) from well water using a Pretreatment system consisting of an aeration column, a zeomanganese column, and an activated carbon column combined with an ultrafiltration membrane. This study also analyzed the effect of varying aeration flow rates and air pressures on the effectiveness of pollutant reduction. The study was conducted using varying aeration pressures of 4 and 5 bar and flow rates of 6, 8, 10, 12, and 14 L/minute. The raw water used had initial characteristics of pH 7.9; TDS 341 mg/L; Fe 0.60115 mg/L; Mn 0.42823 mg/L; turbidity 7.23 NTU; and E. coli 121 CFU/100 mL and coliform 1 CFU/100 mL. The treatment system consisted of aeration, filtration using zeomanganese and activated carbon, followed by ultrafiltration and ultraviolet disinfection. Parameters analyzed included pH, TDS, Fe, Mn, turbidity, E. coli, and coliform. The results showed that increasing aeration pressure and decreasing flow rate increased the effectiveness of water treatment. Optimal conditions were achieved at an aeration pressure of 5 bar and a flow rate of 6 L/minute, with pre-treatment clean water quality of 139 mg/L TDS, 6.8 pH, 0.0103 mg/L Fe, 0.0143 mg/L Mn, and 0.89 NTU turbidity. The effectiveness of TDS and Fe reduction reached 55.5% and 98.29%, respectively. After the ultrafiltration process, the resulting drinking water quality was pH 6.8; 142 mg/L TDS; 0.15 mg/L Fe; 0.06 mg/L Mn; and turbidity 0.9 NTU; E. coli 0 CFU/100 mL; and coliform 0 CFU/100 mL so that it has met the drinking water quality requirements based on Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 2 of 2023..

Keywords: Aeration, Activated Carbon, Drinking Water, Ultrafiltration, Zeomangan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Laju Alir dan Tekanan Udara pada Sistem *Pretreatment Zeomangan Column* terhadap Peningkatan Kinerja Ultrafiltrasi Air Sumur Menjadi Air Minum” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan doa, dukungan, bantuan, bimbingan, dan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Tahdid, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan selama penyusunan laporan akhir/skripsi ini.
3. Isnandar Yunanto, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Ir. Yuniar, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Diploma-IV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen, Staff Administrasi dan Teknisi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik KIB Angkatan 2022 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan, serta

kesempatan untuk terlibat dalam berbagai kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Umar Dani dan Ibunda Endang Rusmini, atas doa, kasih sayang, dukungan, serta motivasi kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dan segala urusan anaknya dengan baik.
8. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ade Tamara, yang senantiasa hadir dalam setiap perjuangan serta telah memberikan dukungan, menemani dan tetap bertahan mendampingi penulis dalam setiap proses, termasuk pada masa-masa ketika penulis berada dalam kondisi yang sulit selama penyusunan skripsi.
9. Kawan-kawan GTT (*Goes To Trip*) Cindi, Depus, Ghazi, Nadir, Rasyid, Ridho, Sonia, yang telah menemani perjalanan penulis sejak awal perkuliahan hingga akhir. Rekan-rekan Kelompok Penelitian Tim AMIU serta seluruh rekan seperjuangan KIB22 yang telah memberikan dukungan, kerja sama, kebersamaan, dan semangat selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih memiliki kekurangan, ketidaksempurnaan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis menerima dengan baik seluruh kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan penulis di masa yang akan datang. Semoga Skripsi ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru bagi pembaca, terutama bagi penulis.

Palembang, 21 Juli 2026

Epan Riansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Luaran Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sejarah Penelitian	7
2.2 Air Minum	9
2.2.1 Air Baku dari Air Sumur	11
2.2.2 Air Bersih	11
2.3 <i>Pretreatment</i> Air Baku.....	13
2.3.1 Aerasi.....	13
2.3.2 <i>Zeomangan</i>	14
2.3.3 Karbon Aktif.....	16
2.4 Teknologi Pengolahan Air Minum	17
2.4.1 Membran Ultrafiltrasi.....	17
2.4.2 Sinar Ultraviolet	19
2.5 Pengaruh Laju Alir dan Tekanan	19
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat yang Digunakan.....	22
3.2.2 Bahan yang Digunakan	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.3.1 Variabel tetap	22
3.3.2 Variabel bebas	22
3.3.3 Variabel terikat.....	22
3.4 Perlakuan penelitian.....	23
3.4.1 Alur penelitian.....	23
3.4.2 <i>Flowsheet</i> Penelitian.....	24
3.5 Langkah Kerja.....	28
3.5.1 Persiapan awal.....	28
3.5.2 Pengisian Sumber Air.....	28
3.5.3 Proses <i>Pretreatment</i>	28
3.5.4 Proses pengolahan air minum (<i>Ultrafiltration membrane</i>)	29

3.5.5	Prosedur analisa parameter pH.....	30
3.5.6	Analisa TDS (Total Dissolved Solid).....	30
3.5.7	Menghitung Efisiensi removal	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Data penelitian	32
4.2	Pembahasan	35
4.2.1	Pengaruh Tekanan Udara Aerasi dan Laju Alir Terhadap persentase penyerapan <i>Total Dissolved Solids</i> pada sistem <i>Pretreatment</i>	35
4.2.2	Pengaruh Tekanan Udara dan Laju Alir Terhadap persentase penyerapan Fe pada sistem <i>Pretreatment</i>	38
4.2.3	Pengaruh Tekanan Udara dan Laju Alir Terhadap persentase penyerapan Mn pada sistem <i>Pretreatment</i>	42
4.2.4	Pengaruh Tekanan Udara dan Laju Alir Terhadap persentase penurunan <i>Turbidity</i> pada system <i>Pretreatment</i>	46
4.2.5	Perbandingan Kualitas Air Minum Hasil Pengolahan Air Sumur Menggunakan Ultrafiltrasi dengan Standar Kemenkes Nomor 2 Tahun 2023	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Zeomangan</i>	14
2.2. Karbon Aktif.....	16
2.3. Kolom Ultrafiltrasi Hollow Fiber.....	18
3.1. Alur Penelitian.....	23
3.2. Diagram Alir Proses Penelitian	24
3.3. Kolom Aerasi	25
3.4. Kolom isian zeomangan dan karbon aktif.....	26
3.5. Unit <i>Pretreatment</i>	27
3.6. Unit Ultrafiltrasi	27
3.7. Kolom Ultrafiltrasi	27
4.1. Grafik Pengaruh Laju Alir dan Tekanan udara Aerasi terhadap Efektivitas Penyerapan TDS pada sistem <i>Pretreatment</i>	35
4.2. Grafik Pengaruh Laju Alir Air terhadap Efektivitas Penyerapan Fe pada sistem <i>Pretreatment</i> air sumur	39
4.3. Grafik Pengaruh Laju Alir Air terhadap Efektivitas Penyerapan Mn pada sistem <i>Pretreatment</i> air sumur	43
4.4. Hubungan Laju Alir Air (L/min) Vs Efektivitas <i>Turbidity</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Persyaratan Kualitas Air Minum.....	10
2.3. Standar Kualitas air bersih	12
3.1. Tahapan dan Tempat Penelitian.....	21
3.2. Alat yang Digunakan.....	22
4.1. Hasil analis bahan baku air sumur	32
4.2. Hasil analisis kualitas air yang dihasilkan pada masing-masing kolom	33
4.3. Hasil Analisis kualitas produk air bersih pada sistem <i>Pretreatment</i>	34
4.4. Hasil analisis produk air minum pada unit Ultrafiltrasi	34
4.5. Rata-rata persentase penyerapan TDS masing-masing Kolom	36
4.6. Hasil Analisa kadar Fe pada kondisi variasi paling optimum	41
4.7. Hasil Analisa kadar Mn pada kondisi variasi paling optimum	45
4.8. Perbandingan Hasil analisa produk air minum dengan standar Kemenkes No.2 Tahun 2023	49
A.1. Data Desain	56
A.2. Data Hasil analisis bahan baku air sumur	56
A.3. Data hasil analisa TDS dan pH masing-masing <i>column</i>	57
A.4. Data Hasil Analisa Fe dan Mn dikolom <i>zeomangan</i> pada Optimum	57
A.5. Hasil Uji Kualitas air bersih sistem <i>Pretreatment</i>	57
A.6. Hasil analisa TDS dan pH pada setiap variasi pada unit Ultrafiltrasi	58
A.7. Data hasil analisa kualitas air minum pada kondisi variasi paling optimal ...	58
B.1. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada kolom aerasi tekanan 4 bar	59
B.2. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada kolom aerasi tekanan 5 bar	59
B.3. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada kolom <i>Zeomangan</i> tekanan 4 bar	61
B.4. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada kolom <i>Zeomangan</i> tekanan 5 bar	61
B.5. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada kolom karbon aktif tekanan 4 bar	62
B.6. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada kolom karbon aktif tekanan 5 bar	62
B.7. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada sistem pretretamnet tekanan 4 bar	64
B.8. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada sistem pretretamnet tekanan 5 bar	64
B.9. Data % Efektivitas penyerapan Fe pada sistem pretretament tekanan 4 bar	65
B.10. Data % Efektivitas penyerapan Fe pada sistem pretretamnet tekanan 5 bar	65
B.11. Data % Efektivitas penyerapan Mn pada sistem pretretament tekanan 4 bar	67

B.12. Data % Efektivitas penyerapan Mn pada sistem pretretamnet tekanan 5 bar	67
B.13. Data % Efektivitas penyerapan Turbidty pada sistem pretretament tekanan 4 bar.....	68
B.14. Data % Efektivitas penyerapan <i>Turbidity</i> pada sistem pretretamnet tekanan 5 bar.....	68
B.15. Efektivitas penyerapan TDS pada Unit Ultrafiltrasi tekanan 4 bar	70
B.16. Data % Efektivitas penyerapan TDS pada Unit Ultrafiltrasi tekanan 5 bar	70
B.17. Rata-rata penyerapan setiap paramater pada keseluruhan sistem pengolahan air minum isi ulang.....	71
B.18. Waktu tinggal air dalam sistem <i>Pretreatment</i>	71
C.1. Biaya Investasi	72
C.2. Biaya Produksi	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A DATA DESAIN DAN DATA PENGAMATAN.....	56
B DATA PERHITUNGAN.....	59
C PERHITUNGAN EKONOMI.....	72
D DOKUMENTASI	75
E SURAT MENYURAT.....	78