

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**STUDI *ION EXCHANGE* UNTUK MENGHASILKAN AIR UMPAN**  
***BOILER* BERBAHAN BAKU AIR SUMUR KECAMATAN RUNGKUT**



**Dosen Pembimbing:**  
**Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT**

**Disusun oleh:**  
**NATHANAEL FERNANDO (18031010029)**  
**PATRICK AUGUSTO RANSUN (18031010040)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**  
**SURABAYA**

**2022**



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR  
UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR  
KECAMATAN RUNGKUT**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
"STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR UMPAN  
BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR KECAMATAN RUNGKUT"**

**Disusun oleh :**

**NATHANAEL FERNANDO**

**NPM. 18031010029**

**Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen**

**Penguji pada tanggal : 8 Februari 2022**

**Dosen Penguji 1:**

**Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT**  
**NIP. 19650731 199203 2001**

**Pembimbing :**

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

**Dosen Penguji 2:**

**Ir. Isni Utami, MT**  
**NIP.19590710 198703 2001**

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

**Dr. Dra. Jariyah, MP**  
**NIP.19650403 199103 2 001**



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

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fnx. (031)872257

**KETERANGAN REVISI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :                      Nathanael Fernando                      NPM. 180310101029  
   Patrick Augusto Ransun                      NPM. 18031010127

Jurusan : Teknik Kimia

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

Judul:

**"STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR UMPAN BOILER  
BERBAHAN BAKU AIR SUMUR KECAMATAN RUNGKUT"**

Surabaya, 3 Agustus 2022

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT

2. Ir. Isni Utami, MT

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

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

\*) Coret yang tidak perlu



## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nathanael Fernando  
NIM : 18031010029  
Fakultas /Program Studi : Teknik Kimia  
Judul Skripsi/~~Tugas Akhir/~~ Tesis/Desertasi : Studi Ion Exchange untuk Menghasilkan Air Boiler Berbahan Baku Air Sumur Kecamatan Rungkut

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, 18 November 2022

Yang Menyatakan



Nathanael Fernando,



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR  
UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR  
KECAMATAN RUNGKUT**

---

**KATA PENGANTAR**

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proposal Penelitian dengan judul **“Studi Ion Exchange untuk Menghasilkan Air Umpan Boiler Berbahan Baku Air Sumur Kecamatan Rungkut”**.

Dengan selesainya proposal penelitian ini, tak lupa penyusun mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT selaku Dosen Pembimbing Penelitian
3. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT selaku Dosen Penguji 1 Penelitian
4. Ibu Ir. Isni Utami, MT selaku Dosen Penguji 2 Penelitian
5. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materiil.

Penyusun menyadari bahwa dalam proposal penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh sebab itu saran dan kritik yang bersifat membangun penyusun butuhkan demi perbaikan proposal ini.

Akhir kata, penyusun berharap semoga proposal penelitian ini dapat memberi manfaat bagi pihak yang berkepentingan, dan Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penyusun.

Surabaya, 19 Januari 2022

Penyusun



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR  
UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR  
KECAMATAN RUNGKUT**

---

**DAFTAR ISI**

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan .....	2
I.3 Manfaat .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
II.1 Secara Umum.....	3
II.1.1 Air .....	4
II.1.2 Ion Exchanger .....	6
II.1.2.1 Prinsip-Prinsip Pertukaran Ion .....	7
II.1.2.2 Jenis-Jenis Resin Penukar Ion.....	7
II.2. Landasan Teori .....	8
II.2.1. Pre-treatment pada Air Sumur .....	8
II.2.2. Mekanisme Pemisahan <i>Ion Exchanger</i> .....	8
II.2.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pemisahan <i>Ion Exchanger</i> .....	12
II.3. Hipotesis .....	14
<b>BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
III.1 Bahan.....	15
III.2 Variabel .....	15
III.2.1 Variabel tetap.....	15
III.2.2 Variabel pengubah .....	15



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR  
UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR  
KECAMATAN RUNGKUT**

---

III.3 Alat .....	15
III.4 Rangkaian Alat .....	16
III.5 Prosedur .....	17
III.6. Analisis Yang Digunakan.....	18
III.6. 1. Pengukuran Konduktivitas Listrik (EC) dan TDS .....	18
III.6. 2. Pengukuran pH .....	18
III.7. Diagram Alir.....	19
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
IV.1 Hasil Analisa .....	20
IV.2 Hasil Penelitian .....	20
Tabel IV.2.1 Hasil Pengamatan .....	20
IV.3 Pembahasan.....	22
Gambar IV.3.1 Grafik Hubungan Antara Waktu terhadap TDS Berdasarkan Laju Alir.....	22
Gambar IV.3.2 Grafik Hubungan Antara Waktu terhadap EC Berdasarkan Laju Alir.....	23
Gambar IV.3.3 Grafik Hubungan Antara Waktu terhadap pH Berdasarkan Laju Alir.....	24
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>25</b>
V.1 Kesimpulan.....	25
V.2 Saran .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>26</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>29</b>



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR  
UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR  
KECAMATAN RUNGKUT**

---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar II.1 Proses Intrusi Air Laut .....	6
Gambar II.2 Mekanisme Ion Exchanger .....	10
Gambar II.3 Dekationisasi Raw Water pada Ion Exchanger .....	11
Gambar II.4 Kolom Resin Sudah Habis .....	12
Gambar II.5 Demineralisasi dalam Kolom Ion Exchanger .....	13
Gambar II.6 Skematin Ion Exchanger Jenis Resin Ion Asam Kation Kuat dan Ion Basa Anion Kuat .....	13
Gambar III.1 Rangkaian Alat Filter - Ion Exchange untuk Menghasilkan Air Umpun Boiler Berbahan Baku Air Sumur .....	17
Gambar IV.3.1 Grafik Hubungan Antara Waktu terhadap TDS Berdasarkan Laju Alir .....	22
Gambar IV.3.2 Grafik Hubungan Antara Waktu terhadap EC Berdasarkan Laju Alir .....	23
Gambar IV.3.3 Grafik Hubungan Antara Waktu terhadap pH Berdasarkan Laju Alir .....	24





**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR  
UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR  
KECAMATAN RUNGKUT**

---

**DAFTAR TABEL**

Tabel II.1. Baku Mutu Air Umpan Boiler Menurut ASME (The American Society of Mechanical Engineers) .....	3
Tabel II.2. Sifat Karakteristik Air .....	5
Tabel II.3. Sifat Karakteristik Resin Kation Lewatit S-100 .....	8
Tabel II.4. Sifat Karakteristik Resin Anion Lewatit M-504 .....	8
Tabel IV.1.1 Hasil Analisa Sampel Air Sumur .....	20
Tabel IV.2.1 Hasil Pengamatan .....	20



# LAPORAN HASIL PENELITIAN STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR KECAMATAN RUNGKUT

---

## INTISARI

*Boiler* merupakan peralatan yang digunakan untuk menghasilkan *steam* (uap) dalam berbagai keperluan. Air yang digunakan sebagai umpan *boiler* dapat diperoleh dari berbagai sumber. Namun pengaruh mineral pada proses industri kimia cukup kompleks, salah satunya yaitu menyebabkan kerak pada proses pemanasan seperti *boiler*, sehingga persyaratan baku mutu yang harus dipenuhi sebagai air umpan *boiler* sangat ketat untuk memenuhi kebutuhan energi di industri. Untuk mendapatkan umpan *boiler* yang sesuai baku mutunya dapat menggunakan *Ion Exchanger*. *Ion exchanger* menggunakan prinsip penukaran kation dan anion untuk menghilangkan pengotor (*impurities*) yang terlarut dalam air dengan menggunakan zat dapat menyerap ion-ion dalam air tersebut. Penelitian ini menggunakan air sumur sebagai larutan umpan yang diambil di kecamatan Rungkut dan bahan penukar ion resin lewatit S-100 dan lewatit M-504. Pada penelitian ini diawali dengan larutan umpan dialirkan dengan pompa mengalir laju alir dengan menggunakan indikator sensor laju alir dengan variasi laju alir 1 L/menit; 1,5 L/menit; 2 L/menit. Selanjutnya dilewatkan melalui kolom penukar ion pada temperatur ruang dan waktu dengan variasi 1 menit; 2 menit; 3 menit; 4 menit dan 5 menit untuk setiap laju alir. Air produk yang diperoleh ditampung di dalam tangki produk dan diukur TDS, konduktivitas serta pHnya. Diperoleh hasil filtrasi dan *ion exchange* air sumur terbaik dengan menggunakan laju alir sebesar 1 L/menit pada menit ke 5 dimana terdapat kadar TDS sebesar 776 ppm, energi konduktivitas sebesar 1573  $\mu$ /cm, dan pH sebesar 8,3. Hasil TDS dan EC telah memenuhi standar baku mutu menurut ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) sedangkan hasil pH belum memenuhi standar baku mutu dimana dibutuhkan pH berkisar antara 10,5-11,5.

Kata kunci : *boiler*, air sumur, *ion exchanger*



## LAPORAN HASIL PENELITIAN STUDI ION EXCHANGE UNTUK MENGHASILKAN AIR UMPAN BOILER BERBAHAN BAKU AIR SUMUR KECAMATAN RUNGKUT

---

### ABSTRACT

*Boilers are equipment used to produce steam (steam) for various purposes. Water used as boiler feed can be obtained from various sources. However, the influence of minerals on the chemical industry process is quite complex, which is causing scale in heating processes such as boilers, so the quality standard requirements that must be met as boiler feed water are very strict to meet energy needs in industry. To get boiler feed that matches the quality standard, you can use an Ion Exchanger. Ion exchangers use the principle of exchanging cations and anions to remove impurities dissolved in water by using substances that can absorb ions in the water. This study used well water as a feed solution taken in Rungkut sub-district and ion exchange resins through S-100 and through M-504 resins. In this study, it begins with the feed solution flowing with a flow rate pump using a flow rate sensor indicator with a flow rate variation of 1 L/minute; 1.5 L/minute; 2 L/minute. Furthermore, it is passed through an ion exchange column at room temperature and time with variations of 1 minute; 2 minutes; 3 minutes; 4 minutes and 5 minutes for each flow rate. The product water obtained is accommodated in the product tank and its TDS, conductivity and pH are measured. The best well water filtration and ion exchange results were obtained using a flow rate of 1 L/minute at 5 minutes where there was a TDS level of 776 ppm, an energy conductivity of 1573 /cm, and a pH of 8.3. The results of TDS and EC have met the quality standards according to ASME (American Society of Mechanical Engineers) while the pH results have not met the quality standards where the required pH ranges from 10.5-11.5.*

*Keywords: boiler, well water, ion exchanger*