

**ANALISA KINERJA DESALINASI *REVERSE OSMOSIS* PADA
SWRO & BWRO PT. BLACK BEAR RESOURCES
INDONESIA**

Tesis

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)

Sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Di Susun Oleh:

FAIZUR AL MUHAJIR

30000420420036

PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI

SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JUNI 2024

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini. Dosen Pembimbing dari:

Mahasiswa : Faizur Al Muhajir

NIM : 30000420420036

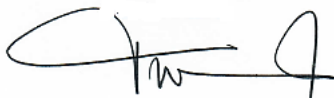
Program Studi : Magister Energi

Judul Tesis : Analisa Kinerja Desalinasi Reverse Osmosis Pada SWRO
& BWRO PT. Black Bear Resources Indonesia.

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal Tesis dan Ujian Seminar Hasil Tesis sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, 06 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Widayat, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
NIP. 197206091998031001

Dosen Pembimbing II



Dr. Sri Widodo Agung Suedy, SSi., M.Si
NIP. 197302012000031001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faizur Al Muhajir

NIM : 30000420420036

Program Studi : Magister Energi

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa penelitian ini merupakan hasil penelitian saya sendiri yang dibantu oleh dosen pembimbing, yang mana dalam penelitian ini tidak pernah terdapat karya yang diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 06 Juni 2024



Faizur Al Muhajir

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

ANALISA KINERJA DESALINASI *REVERSE OSMOSIS* PADA SWRO &
BWRO PT. BLACK BEAR RESOURCES INDONESIA

Disusun Oleh:

Faizur Al Muhajir
30000420420036

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada tanggal Juni 2024

Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Widayat, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
NIP. 197206091998031001

Dosen Pembimbing II

Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si., M.Si
NIP. 197302012000031001

Tim Penguji,

Tim Penguji I

Ir. Marcelinus Christwardana, ST, M.T, PhD., IPM
NIP.H7.199004152022041001

Tim Penguji II

Dr. Asep Yoyo Wardava, S.Si, M.Si
NIP. 197110021997021001

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Energi.

Tanggal, Juni 2024

Ketua Program Studi Magister Energi

Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., IPU, ASEAN. Eng
NIP. 196405261989031002

Dekan Sekolah Pasca Sarjana



Prof. Ir. M Agung Wibowo, M.M., M.Sc., Ph.D
NIP. 196702081994031005

PERNYATAAN PERSETUJUAN

PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faizur Al Muhajir
NIM : 30000420420036
Program Studi : Magister Energi
Sekolah : Program Pasca Sarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalty Non-eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Analisa Kinerja Desalinasi Reverse Osmosis Pada SWRO & BWRO PT. Black Bear Resources Indonesia”

Beserta perangkat yang ada, dengan Hak Bebas Royalty Non-eksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*Database*) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di Semarang

Pada Tanggal 06 Juni 2024

Yang menyatakan:



Faizur Al Muhajir

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wataála Tuhan Yang Maha Esa, sehingga saya dapat mengerjakan Tesis yang berjudul Analisa kinerja desalinasi *Reverse Osmosis* pada SWRO & BWRO PT. Black Bear Resources Indonesia. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Energi pada program studi Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang. Terimakasih kami haturkan kepada pihak-pihak yang telah membantu, memberikan bimbingan, saran serta dukungan hingga akhirnya tesis ini dapat kami selesaikan.

1. Keluarga Penulis Ibu Asyidah dan Bapak Abu Bakar, Istri dan Anak-anak penulis Yuliana Bohari, S. Kep, Asiyah Al Muhajir, Abdulloh Al Muhajir, Asma Al Muhajir, dan Atiqah Al Muhajir
2. Prof. Ir. Mochamad Agung Wibowo, M.M., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
3. Dr. Jaka Windarta, M.T., I.P.U. selaku Ketua Program Studi Magister Energi, Universitas Diponegoro Semarang.
4. Prof. Dr. Widayat, M.T. dan Dr. Sri Widodo Agung Suedi, SSi, MSi selaku dosen Pembimbing yang telah meluangkan tenaga, waktu dan pikiran dalam membimbing penulis mengerjakan tesis.
5. Segenap management dan karyawan PT. Black Bear Resources Indonesia yang telah memberikan izin dan membantu penulis dalam mengumpulkan data penelitian.
6. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan ilmunya.
7. Teman-teman Magister Energi atas Kerjasama dan bantuannya selama ini

Saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan agar tulisan ini dapat dikembangkan hingga memperoleh manfaat yang lebih baik. Penulis berharap semoga dari tulisan ini diperoleh ilmu yang bermanfaat serta dampak positif bagi PT. Black Bear Resources Indonesia terkhusus unit desalinasi dan operasional pabrik secara umum berjalan lancar dan optimal.

Semarang, 06 Juni 2024

DAFTAR ISI

ANALISA KINERJA.....	i
PERSETUJUAN UJIAN TESIS	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
I.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
I.2 Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
I.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
I.4 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
I.5 Originalitas Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
II.1 Gambaran umum desalinasi Reverse Osmosis	Error! Bookmark not defined.
II.2 Komponen Utama <i>Reverse Osmosis Plant</i> ...	Error! Bookmark not defined.
II.3 <i>RO Array</i> & Beberapa Design <i>RO Bank</i>	Error! Bookmark not defined.
II.4 Analisa kinerja <i>Reverse Osmosis</i>	Error! Bookmark not defined.
II.5 Konsumsi Energi Spesifik (<i>Specific Energy Consumption</i>).	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN....	Error! Bookmark not defined.
III.1 Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
III.2 Jenis Penelitian	Error! Bookmark not defined.
III.3 Kerangka Pikir Penelitian	Error! Bookmark not defined.

III.4	Ruang Lingkup Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
III.5	Jenis dan Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
III.6	Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
III.7	Teknik Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
IV.1	<i>Recovery Rate</i>	Error! Bookmark not defined.
IV.2	<i>Concentration Factor</i>	Error! Bookmark not defined.
IV.3	Jumlah Alir Fluks.....	Error! Bookmark not defined.
IV.4	Persentase Rejeksi (<i>Percent Rejection</i>)	Error! Bookmark not defined.
IV.5	Konsentrasi Rejeksi.....	Error! Bookmark not defined.
IV.6	<i>Specific Energy Consumption (SEC)</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN		Error! Bookmark not defined.
V.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
V.2	Saran Perbaikan & Optimalisasi	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Ringkasan penelitian terdahulu	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.1 Contoh parameter operasi desalinasi SWRO	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Poin data kinerja RO	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3 Hubungan antara Recovery Rate dan Concentration Factor	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.4 Profil beban SWRO & BWRO	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Ruang lingkup penelitian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Komponen utama SWRO PT. Black Bear Resources Indonesia.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Komponen utama BWRO PT. Black Bear Resources Indonesia	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja Reverse Osmosis.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Diagram alir Reverse Osmosis.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Media Filter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Micron Cartridge Filter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Multistage Centrifugal Pump.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Multistage Centrifugal Pump, Fedco MSS Series 1500...	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
Gambar 2.7 Pressure Vessel Layout	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Struktur Membrane Hollow Fibre	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 Struktur Membrane Spiral Wound	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 Susunan Pressure Vessel RO Bank.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.11 Skema RO Energy Recovery Turbine.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.12 ERD Pelton Wheel Turbine	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.13 Skema RO ERD Turbocharger.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.14 ERD Turbocharger	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.15 Skema RO ERD Pressure Exchanger	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.16 ERD Pressure Exchanger	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.17 Tangki penampungan air bersih	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.18 Konfigurasi RO Array Multi Stage.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.19 Skema RO ERD Turbocharger.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.20 Tabel hubungan ORP, klorin bebas & pH.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 2.21 Perbandingan SEC RO With and Without ERD	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 2.22 BWRO Feed Pump with Vertical Driven Motor	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 3.1 Lokasi penelitian PT. Black Bear Resources Indonesia...	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
Gambar 3.2 Kerangka Pemikiran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 SWRO PT. Black Bear Resources Indonesia	Error! Bookmark not defined.
defined.	

Gambar 3.4 BWRO PT. Black Bear Resources Inonesia **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.5 pH and Conductivity meter HI9813-6**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.6 Pressure Gauge.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.7 Siemens Simatic Local Control Panel.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Salinitas air laut dan Recovery Rate SWRO Unit **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Proyeksi perubahan salinitas air terhadap SWRO Constant RR **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Proyeksi Conductivity SWRO terhadap perubahan pH air laut..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Proyeksi SWRO Recovery Rate dan Conductivity .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Proyeksi perubahan umur SWRO Membrane dan Conductivity **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 6 Kadar klorin pada air laut umpan SWRO.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 7 Nilai Aktual salinitas umpan dan Recovery Rate BWRO-B **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Proyeksi perubahan salinitas terhadap konstan RR BWRO-B **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 9 Proyeksi pH air umpan& Conductivity BWRO **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 10 Proyeksi BWRO Recovery Rate & Conductivity.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 11 Proyeksi umur BWRO Membrane & Conductivity**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 12 SWRO Concentration Factor & Recovery Rate **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 13 SWRO Brine Conductivity & Concentration Factor**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 14 SWRO Concentration Factor & Feed pH..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 15 BWRO Concentration Factor & Recovery Rate ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 16 BWRO Brine Conductivity & Concentration Factor.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 Feed Salinity & Flux of SWRO**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 Feed Pressure & Flux of SWRO**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 19 Grafik Scatter Plot Feed Pressure & Flux of SWRO-A **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 20 Grafik Scatter Plot Feed Pressure & Flux of SWRO-B **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 21 Grafik Feed pH & Flux of SWRO.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 22 Feed Pressure, Salinity & Flux of BWRO..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 23 Salinitas umpan dan Percent Rejection SWRO..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 24 Proyeksi Percent Rejection SWRO terhadap umur Membrane..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 25 Proyeksi Percent Rejection SWRO terhadap perubahan salinitas..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 26 Feed pH & Percent Rejection SWRO**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 27 Proyeksi Percent Rejection SWRO terhadap perubahan pH **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 28 Salinitas umpan dan Percent Rejection BWRO **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 29 Salinitas umpan dan Percent Rejection BWRO **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 30 Proyeksi Percent Rejection BWRO terhadap umur Membrane **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 31 Proyeksi Percent Rejection BWRO terhadap perubahan salinitas **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 32 Salinitas umpan dan konsentrasi rejeksi SWRO ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 33 Grafik Scatter Plot Feed Salinity &Reject Concen SWRO-A **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 34 Grafik Scatter Plot Feed Salinity &Reject Concen SWRO-B **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 35 Proyeksi konsentrasi rejeksi SWRO terhadap salinitas umpan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 36 Proyeksi konsentrasi rejeksi SWRO terhadap umur Membrane **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 37 Proyeksi konsentrasi rejeksi SWRO terhadap pH umpan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 38 Salinitas umpan dan konsentrasi rejeksi BWRO... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 39 Grafik Scatter Plot Feed Salinity & Reject Concen BWRO..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 40 Proyeksi Pencampuran Salinitas Umpan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 41 Proyeksi SWRO, perbandingan SEC dengan dan tanpa ERD **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 42 SEC SWRO, BWRO, & Total**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 43 Proyeksi SEC terhadap Feed Salinity**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 44 Proyeksi SEC terhadap umur Membrane**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 45 Grafik Scatter Plot Recovery Rate & SEC SWRO-A...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 46 Grafik Scatter Plot Recovery Rate & SEC SWRO-B ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 47 Grafik Scatter Plot Recovery Rate & SEC BWRO-B...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 48 SWRO ERD Efisiensi & Recovery Rate**Error! Bookmark not defined.**

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>BWRO</i>	: <i>Brackish Water Reverse Osmosis</i>
<i>CF</i>	: <i>Concentration Factor</i>
<i>GFD</i>	: <i>Galon Feet Day</i>
<i>ERD</i>	: <i>Energy Recovery Device</i>
<i>I</i>	: Nilai arus terukur (Ampere)
<i>Kb</i>	: Konsentrasi Rejeksi
<i>Kf</i>	: Konsentrasi Umpan
<i>Kp</i>	: Konsentrasi Permeate
<i>kWh/m³</i>	: <i>Kilo Watt Hour Per Meter Cubic</i>
<i>LPM</i>	: <i>Liter Per Minute</i>
<i>LPM²/H</i>	: <i>Liter Per Meter Square Per Hour</i>
<i>mg/l</i>	: <i>Miligram Per Liter</i>
<i>NTU</i>	: <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
<i>ORP</i>	: <i>Oxygen Reduction Potential</i>
<i>P</i>	: Daya motor tiga fasa (kW)
<i>P out</i>	: Daya keluar (Watt)
<i>Pb</i>	: Tekanan Rejeksi
<i>Pf</i>	: Tekanan Umpan
<i>Pp</i>	: Tekanan Permeate
<i>PT. BBRI</i>	: <i>PT. Black Bear Resources Indonesia</i>

pF	: Faktor daya dalam desimal
Qb	: Jumlah Alir Rejeksi
Qf	: Jumlah Alir Umpan
Qp	: Jumlah Alir Permeate
RO	: <i>Reverse Osmosis</i>
RR	: <i>Recovery Rate</i>
SDI	: <i>Silt Density Index</i>
SEC	: <i>Specific Energy Consumption</i>
SWRO	: <i>Sea Water Reverse Osmosis</i>
TDS	: <i>Total Dissolved Solid</i>
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>
V	: Nilai tegangan terukur (Volt)
μs/cm	: <i>Micro Siemens Per Centimeter</i>
η	: Efisiensi operasi motor
√ ³	: Akar kuadrat 3
ΔP	: <i>Differential Pressure</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Operation & Manual Membrane SWRO SWC-6 MAX.**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Operation & Manual Membrane BWRO ESPA-2 LD ...**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Operation & Manual ERD Fedco HPB-30 **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Tabel data parameter dan hasil perhitungan SWRO-A ..**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Tabel data parameter dan hasil perhitungan SWRO-B ..**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 7. Tabel data parameter dan hasil perhitungan BWRO-B..**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 8. Tabel parameter dan perhitungan ERD Turbocharger efisiensi **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 9. Tabel parameter dan hasil perhitungan SEC SWRO & BWRO..... **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 10. Proyeksi SWRO Menggunakan Software IMS DESIGN **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 11. Proyeksi BWRO Menggunakan Software IMS DESIGN..... **Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK

Desalinasi *Reverse Osmosis* PT. BBRI menggunakan *SWRO* dan *BWRO* dengan air laut sebagai bahan baku. Desain produksi unit *SWRO* sebesar 210m³ per hari dan *BWRO* 178m³ per hari yang menggunakan *Membrane Spiral Wound* dengan material *Polyamide*. Proses *SWRO* membutuhkan energi yang signifikan untuk mencapai tekanan osmotik melalui *Semi-Permeable Membrane*. Untuk mengurangi konsumsi energi spesifik (*SEC*) digunakan perangkat pemulihan energi (*Energy Recovery Devices*). *ERD* memanfaatkan tekanan dari limbah proses desalinasi untuk membantu memompa bahan baku air laut menuju *Membrane*. Dengan cara ini, *ERD* membantu meningkatkan efisiensi keseluruhan proses dan mengurangi biaya operasional. Kinerja desalinasi *RO* bervariasi seiring dengan perubahan kualitas bahan baku. Secara umum desalinasi *Reverse Osmosis* akan beroperasi dengan hasil yang konsisten dalam jangka waktu yang lama jika parameter operasi (terutama kualitas bahan baku) tetap konstan. *Scaling & Fouling* akan terjadi secara perlahan seiring masa pakai umur *Membrane* dan kondisi operasional. Analisa kinerja *RO* dapat dipahami dari perubahan *Recovery Rate*,

Percent Rejection, Reject Concentration, Flux, dan SEC (Specific Energy Consumption).

Kinerja rata rata desalinasi SWRO PT. BBRI diukur dari *Recovery Rate* sebesar 36,9% untuk unit SWRO-A dan 37% untuk unit SWRO-B, apabila dilihat dari kemampuan rejeksi nilai *Percent Rejection* SWRO-A sebesar 96,63% dan SWRO-B sebesar 97,03%. Terdapat kemungkinan terjadinya *Scaling* atau *Fouling* sehingga target 40% *Recovery Rate* dan target 99,5% *Percent Rejection* tidak tercapai. Kinerja *Membrane BWRO-B Recovery Rate* rata-rata sebesar 60,12% dengan *Percent Rejection* rata-rata sebesar 99%. Unit SWRO beroperasi pada tekanan tinggi 34 hingga 40kg/cm² hal ini diperoleh dari *HP Pump* dan *ERD Turbocharger*. SWRO PT. BBRI menggunakan *ERD Turbocharger* yang berdampak signifikan terhadap penurunan angka *SEC*. Tingkat konsumsi energi per meter kubik air yang dihasilkan rata rata sebesar 4,05kWh/m³ untuk SWRO-A, 3,89kWh/m³ untuk SWRO-B, dan 0,94kWh/m³ untuk BWRO-B.

Kata kunci: *Reverse Osmosis, SWRO, BWRO, PT. BBRI, SEC, Analisa Kinerja*

ABSTRACT

Reverse Osmosis Desalination by PT. BBRI utilizes both SWRO and BWRO systems, with seawater as the raw material. The production capacity of the SWRO unit is 210m³/d and BWRO is 178m³/d, employing Spiral Wound Membranes made of Polyamide material. The SWRO process requires significant energy to achieve osmotic pressure across the Semi-Permeable Membrane. To reduce Specific Energy Consumption (SEC), Energy Recovery Devices (ERDs) are employed. ERDs harness pressure from the desalination process waste to assist in pumping seawater feedstock towards the Membrane, thus enhancing overall process efficiency and reducing operational costs. The performance of RO desalination varies with changes in feedstock quality. Generally, Reverse Osmosis desalination will operate consistently over a long period if operational parameters (especially feedstock quality) remain constant. Scaling and fouling occur gradually over the lifespan of the Membrane and operational conditions. RO performance analysis can be understood from changes in Recovery Rate, Percent Rejection, Reject Concentration, Flux, and SEC.

The average performance of PT. BBRI SWRO desalination is measured with a Recovery Rate of 36.9% for SWRO-A and 37% for SWRO-B. In terms of rejection capability, the Percent Rejection for SWRO-A is 96.63% and for SWRO-B is 97.03%. There is a possibility of scaling or fouling, leading to the failure to achieve the target of 40% Recovery Rate and 99.5% Percent Rejection. The BWRO-B Membrane performance averages a Recovery Rate of 60.12% with a Percent Rejection of 99%. SWRO units operate at high pressures ranging from 34 to 40 kg/cm², obtained from HP Pumps and ERD Turbochargers. PT. BBRI utilizes ERD Turbochargers, significantly impacting the reduction in SEC figures. The energy consumption rate per cubic meter of water produced averages 4.05 kWh/m³ for SWRO-A, 3.89 kWh/m³ for SWRO-B, and 0.94 kWh/m³ for BWRO-B.

Key words: Reverse Osmosis, BBRI, SWRO, BWRO, SEC, Performance Analysis

