



YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI
**INSTITUT TEKNOLOGI
NASIONAL**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PHH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157,
Fax: 022-720 2892 Web site: <http://www.itenas.ac.id>, e-mail:
lpp@itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN
MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
000/A.01/TL-FTSP/Itenas/VIII/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.
Jabatan : Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas
NPP : 40909

Menerangkan bahwa,

Nama : Dhafin Qinthara Nurimaba
NRP : 25-2019-031
Email : dhafin140220014@gmail.com

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Kerja Praktek

Tempat : PT. Energi Unggul Persada, Sungai Limau, Sungai Kunyit, Kab.
Mempawah, Kalimantan Barat 78371
Waktu : 1 Juli - 12 Agustus
Sumber Dana : Sendiri

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Itenas,

(Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.)
NPP. 40909

**PENGOLAHAN AIR PAYAU MENJADI AIR BAKU
UNTUK KEBUTUHAN KOMPLEK INDUSTRI PADA
PT ENERGI UNGGUL PERSADA (BRACKISH
WATER REVERSE OSMOSIS)**

PRAKTIK KERJA



Oleh :

Dhafin Qinthara Nurimaba

25-2019-031

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTIK KERJA

**PENGOLAHAN AIR PAYAU MENJADI AIR BAKU UNTUK
KEBUTUHAN KOMPLEK INDUSTRI PADA PT ENERGI UNGGUL
PERSADA (BRACKISH WATER REVERSE OSMOSIS)**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Mata Kuliah Praktik Kerja (TLA - 490) pada
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Bandung

Disusun oleh :

Dhafin Qinthara Nurimaba

25-2019-031

Bandung, 30 Agustus 2023

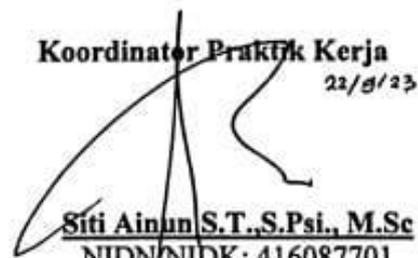
Semester Ganjil 2022/2023

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing


DR M. Rangga Sururi S.T., M.T., PhD
NIDN/NIDK: 0403047803

Koordinator Praktik Kerja


22/8/23
Siti Ainun S.T., S.Psi., M.Sc
NIDN/NIDK: 416087701

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Dr., M Rangga Sururi, S.T., M.T.
NIDN/NIDK: 0403047803

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Kerja Praktik	3
1.4 Metode Penelitian	5
1.4.1 Studi Literatur	6
1.4.2 Survei Lokasi Praktik	7
1.4.3 Pengumpulan Data	7
1.4.4 Pengolahan Data dan Analisis	8
1.5 Sistematika Pelaporan	8
BAB II SEJARAH PERUSAHAAN	10
2.1 Sejarah Singkat Perusahaan	10
2.1.1 Visi dan Misi Perusahaan	10
2.2 Struktur Organisasi Perusahaan	11
2.2.1 Tugas Pokok dan Fungsi	12
2.3 Deskripsi Singkat Departemen Tempat Praktik	15
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	17
3.1 Kebutuhan Air di Industri kelapa Sawit	17
3.2 Air Baku Industri Kelapa Sawit	18
3.3 Standar Kualitas air <i>Boiler</i> dan <i>Refenery</i>	19

3.4	Karakteristik Air Payau	21
3.5	Desalinasi.....	22
3.5.1	Proses Desalinasi.....	23
3.5.2	Jenis-Jenis Desalinasi	24
3.6	Teknologi Reverse Osmosis	26
3.6.1	Prinsip Reverse Osmosis.....	27
3.6.2	Tingkat Efisiensi RO	29
3.6.3	Efisiensi Proses Desalinasi Air Payau.....	30
3.6.4	Keuntungan dan Kekurangan RO.....	31
3.7	Parameter Kualitas Air Olahan Sistem Reverse Osmosis.....	32
3.7.1	pH.....	32
3.7.2	TDS	33
3.7.3	Kesadahan.....	33
3.7.4	Besi (FE)	34
3.7.5	<i>Flow Product</i>	34
3.7.6	<i>Flow Reject</i>	35
3.7.7	<i>Recovery Rejection</i>	35
BAB IV	Hasil dan Pembahasan	36
4.1	BWRO	36
4.1.1	Sistem Pengoprasian BWRO.....	36
4.1.2	Speksifikasi BWRO	38
4.2	Kualitas Air	42
4.2.1	Data Kualitas Air Waduk.....	42
4.2.2	Analisis Kualitas Air Waduk.....	43
4.2.3	Data Kualitas Brackish Water Reverse Osmosis	44

4.2.4	Analisis Kualitas BWRO	46
4.3	Analisis tingkat efisiensi sistem <i>Reverse Osmosis</i>	48
4.4	Perhitungan Biaya Operasional/ Perawatan	51
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metodologi Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Logo Perusahaan.....	10
Gambar 2.2 Struktur Perusahaan	11
Gambar 2. 3 Masterplant PT EUP	16
Gambar 3.1 Kebutuhan Air di Industri Kelapa Sawit	17
Gambar 3.2 Proses Desalinasi Menggunakan Membran.....	24
Gambar 3.3 Membran RO	26
Gambar 3.4 Prinsip Reverse Osmosis	27
Gambar 4. 1 Mekanisme Pengolahan	37
Gambar 4.2 Pengoprasian BWRO.....	38
Gambar 4.3 Pengambilan Sampel Air Waduk.....	42
Gambar 4.4 Pengambilan Sampel Air Waduk di PT EUP	43
Gambar 4.5 pengambilan data Kualitas BWRO.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tugas Job Description	12
Tabel 3.1 Peraturan Boiler dan Refenery	20
Tabel 3.2 Persyaratan Kualitas Air Boiler (ABMA)	20
Tabel 3.3 Karakteristik Fisika dan Kimia Air Payau	22
Tabel 3.4 Standar Kualitas Air Baku Reverse Osmosis	31
Tabel 3.5 Keunggulan dan Kekurangan Sistem RO.....	31
Tabel 4.1 <i>flow specifications</i>	38
Tabel 4.2 Spesifikasi Desain	39
Tabel 4.3 <i>feed water requirements</i>	39
Tabel 4.4 SUEZ AD-440 membrane element specifications	40
Tabel 4.5 Data hasil Perbandingan di PT EUP dan PP 22 tahun 2021	43
Tabel 4.6 Data hasil Perbandingan pH BWRO di PT EUP dan Menkes No 2	46
Tabel 4.7 Perbandingan air BWRO dengan Standar RO dan Permenkes No 2 tahun 2023.....	47
Tabel 4.8 Perbandingan TDS Olahan BWRO dengan Standar RO dan Permenkes No 2 tahun 2023	47
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil BWRO dengan Standar RO dan Permenkes No 2 tahun 2023	48
Tabel 4.10 Tingkat Efisiensi Reverse Osmosis	49
Tabel 4.11 Pengambilan Sampel TDS BWRO	50
Tabel 4.12 Harga Bahan Kimia Injeksi Water Treatment	52
Tabel 4.13 Harga CIP <i>Chemical (Clean In Part)</i>	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industry Indonesia memiliki sumber daya besar dalam pengembangan industry kelapa sawit. Pada saat ini perkembangan industry kelapa sawit Indonesia meningkat tajam. Terbukti pada tahun 2018 tercatat sebesar 48,68 juta ton, yang terdiri dari 40,57 juta ton *Crude Palm Oil* (CPO) dan 8,11 juta ton palm kernel oil (PKO). Jumlah produksi tersebut berasal dari perkebunan Rakyat sebesar 16,8 juta ton (35%), perkebunan besar negara sebesar 2,49 juta ton (5%) dan Perkebunan Besar Swasta sebesar 29,39 juta ton (60%). Pertumbuhan ini didorong oleh permintaan domestik yang terus meningkat dan kinerja ekspor yang tetap tinggi (BPS, 2022).

Dengan disertai dampak positif dalam perkembangan ini terdapat juga dampak negatif dari perkembangan ini salah satu contohnya adalah kekurangan air dalam sektor produksi industri tersebut. Salah satu industri yang berhubungan dengan industri minyak kelapa sawit. PT Energi Unggul Persada KPN Corp. Industri tersebut memproduksi bahan baku minyak kelapa sawit atau yang dikenal sebagai *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi produk turunan yaitu PFAD (*Palm Fatty Acid Destilate*) dan RPO (*Refinery Palm Oil*). *Crude Palm Oil* (CPO) adalah minyak nabati *edible* yang didapat dari *mesocarp* buah pohon kelapa sawit. Minyak sawit secara alami berwarna merah karena kandungan B-Karoten yang tinggi. (Ferlyana, 2014). Pabrik CPO biasanya menggunakan beberapa sumber air dalam pengoprasian nya yaitu air sumur, air sungai, dan air danau (Siregar, 2016).

Air yang digunakan pada PT Unggul Persada digunakan di boiler untuk menjadi uap, lalu kemudian digunakan pula pada refinery yang digunakan untuk cooling tower. air pada boiler digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk pemanasan crude oil agar tidak membeku dan proses produksi minyak kelapa sawit. pada refinery digunakan pada cooling tower biasanya digunakan untuk mendinginkan air yang dialirkan pada kilang minyak (Setyawan, 2013: 51).

Proses produksi CPO yang membutuhkan air dengan kualitas dan kuantitas yang baik dan banyak apabila air maka akan ada beberapa permasalahan di cooling tower dan boiler seperti korosi atau karat dan berlumut. dampak tidak main main. paling tidak, cooling tower tidak dapat bekerja dengan maksimal kembali tanpa adanya kualitas air dengan kualitas yang terpenuhi (Setyawan, 2013: 51).

Sumber air Pada PT. Unggul Persada yang berada pada Provinsi Kalimantan Timur menggunakan sungai mempawah dan waduk perusahaan yang berhubungan langsung dengan laut terbuka. Air yang yang berhubungan langsung dengan laut terbuka, dipengaruhi oleh gerakan pasang surut, dimana air laut bertemu dengan air buangan dari daratan disebut air payau (Saputra, 2018).

Dalam jurnal Cornelis Groot (2015). dengan judul “Comparison of pre-treatment technologies towards improving reverse osmosis desalination of cooling tower blow down”, melaporkan bahwa air limbah dari CT sangat berharga di antara air limbah industri karena volumenya yang tinggi dan kontaminasi yang relatif kecil. Namun demikian, air limbah menara pendingin mengandung banyak partikel, koloid dan garam. Bahan kimia yang ditambahkan ke air pendingin, seperti amonia dan fosfat untuk pengendalian korosi, merupakan konstituen khas CTBD Khususnya jumlah ion yang tinggi seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} dan HCO_3^- menghambat penggunaan kembali secara langsung dan membuat perawatan seperti desalinasi diperlukan oleh karena itu pemilihan desalinasi perlu di lakukan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jonas Löwenberg (2015) Di antara proses desalinasi membran yang tersedia adalah reverse osmosis (RO), nanofiltrasi (NF) dan elektro dialisis (ED). Namun, penggunaan teknologi tersebut membutuhkan pre-treatment karena sensitivitas membran terhadap fouling. Desalinasi RO semakin banyak diterapkan dan melampaui desalinasi termal pada tahun 2001 ketika RO menyumbang 51% dari total kapasitas desalinasi baru

Upaya yang dilakukan PT Unggul Persada untuk mengolah air tersebut dengan mengolahnya pada Sistem Water Treatment Plant (WTP) dengan menggunakan sistem unit pengolahan Fisika dan kimia, dengan menerapkan sistem Reverse Osmosis (BWRO) untuk menghilangkan kadar arsenic, asbestos, atrazine, fluoride, lead, mercury, nitrat, radium dll. (Teguh sasono, 2016). sehingga

diharapkan air dapat terolah dan mendapatkan kualitas yang baik sehingga memenuhi baku mutu Standarnya.

Dengan melihat permasalahan diatas, maka perlu pengolahan air laut menjadi air baku untuk kebutuhan Komplek Industri Pada PT Unggul Persada serta mekanisme pengolahan, serta sumber air tersebut dan melakukan analisis terkait pengolahan sistem Brackish Water Reverse Osmosis Pada PT Unggul Persada terhadap kualitas air untuk Komplek Industri PT Unggul persada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang tentang pengolahan air payau menjadi air baku menggunakan sistem Reverse Osmosis maka bisa dirumuskan beberapa masalah berikut ini :

1. Seberapa besar efisiensi system Reverse osmosis dalam pengolahan air payau menjadi air baku ?
2. Bagaimana proses tahapan pengolahan air payau menjadi air baku dalam sistem Reverse Osmosis di PT Energi Unggul Persada
3. Apakah air yang sudah diolah sesuai dengan baku mutu ?

1.3 Ruang Lingkup Kerja Praktik

Ruang lingkup kerja praktek diantaranya adalah :

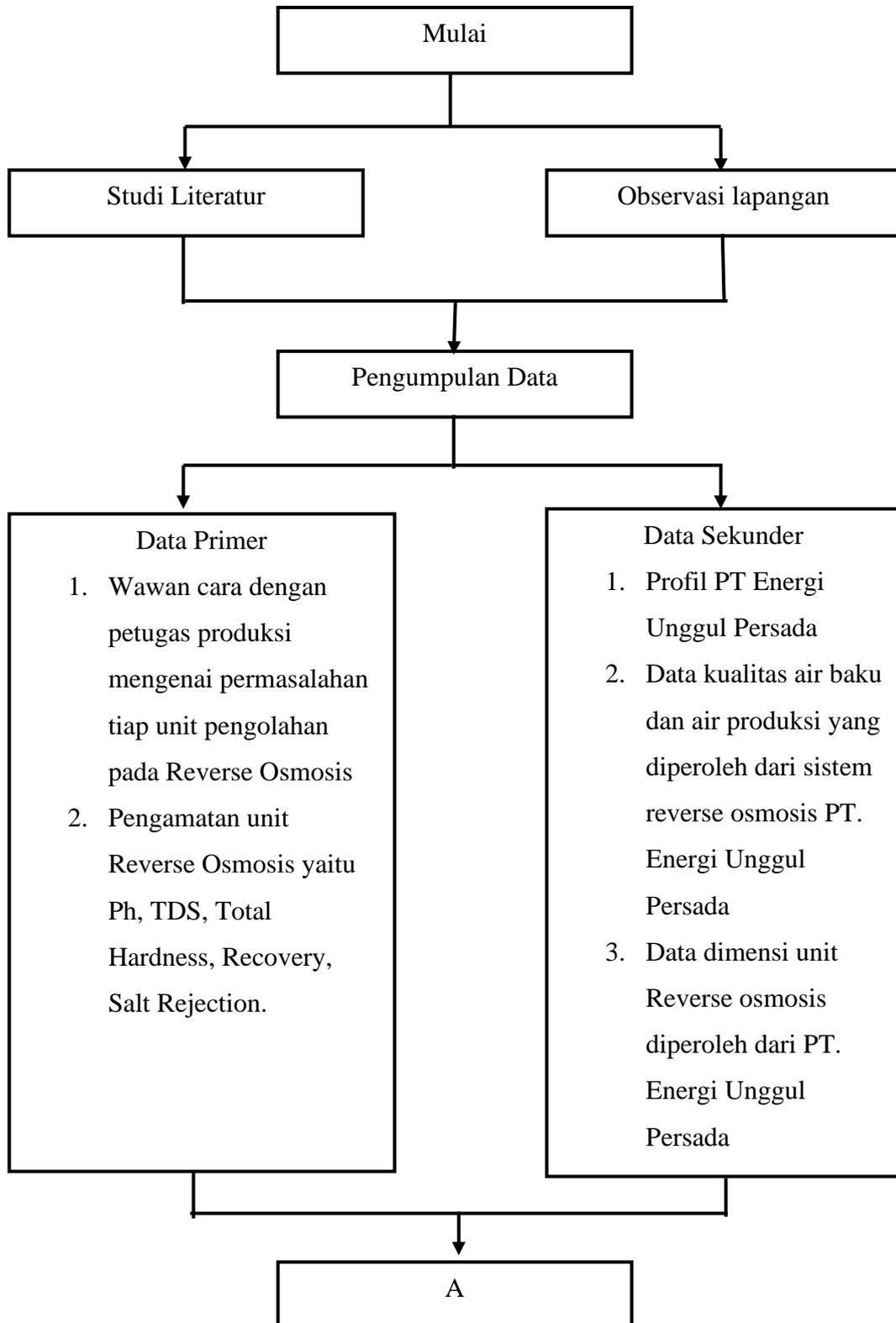
1. Lokasi penelitian dan sampling pada PT Energi Unggul Persada atau pada kordinat latitude 0.489151° dan longtitude 108.911795°
2. Pengamatan sumber air payau dan mekanisme *Reverse Osmosis*
3. Menganalisis jumlah air terproduksi dan persen efisiensi pengolahan *Reverse Osmosis*
4. Parameter penelitian berfokus pada Ph, TDS, Total Hardnes,, FlowFeed, Flow Product, Flow Reject, *Recovery*, Salt Rejection, Turbidity Raw water, Colour.
5. Data primer didapatkan dari hasil observasi dan dokumentasi pada PT Energi Unggul Persada. Sedangkan, data sekunder didapatkan dari Divisi *Utility* bagian *Water Treatment Plan* dan *Waste Water Treatment Plan*
6. Analisis data menggunakan deskriptif dengan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Permenkes No 2 tahun 2023 Maksud dan Tujuan

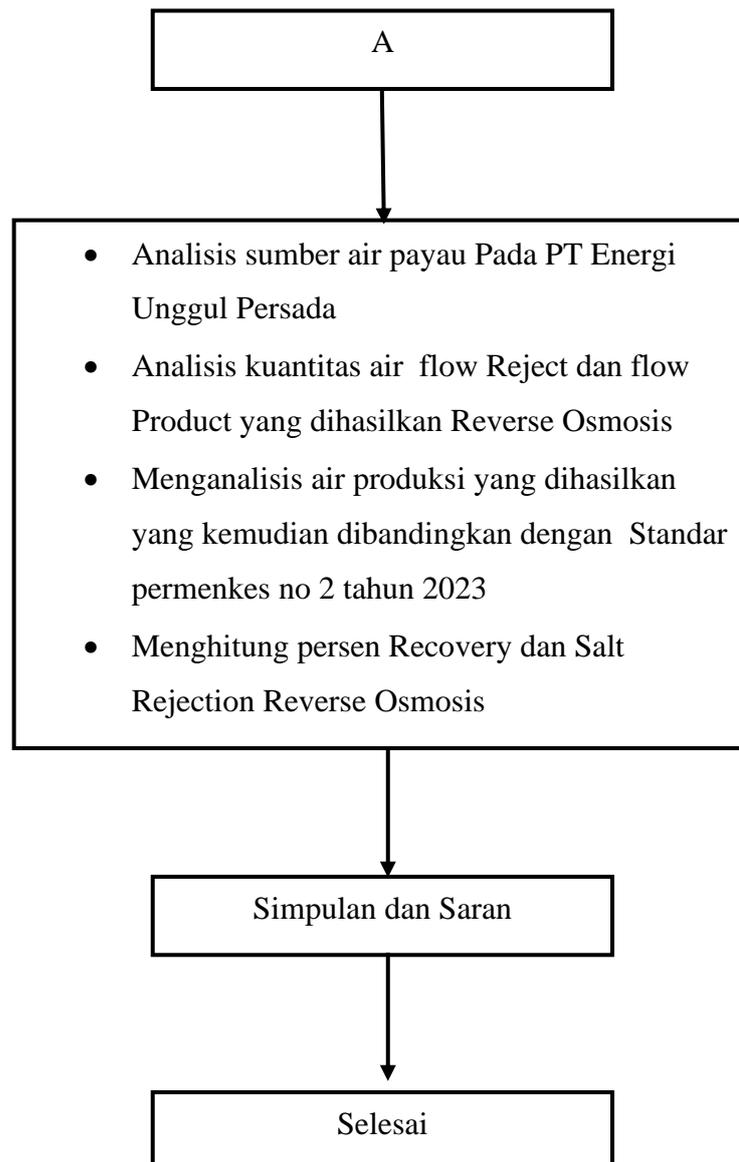
Maksud dan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui produksi air baku dari unit pengolahan air pada sistem Reverse Osmosis di PT. Energi Unggul Persada adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menilai keefektifan sistem pengolahan Reverse Osmosis dalam mengubah air payau menjadi air produksi sesuai dengan standar kualitas air minum
2. Mengidentifikasi potensi penyimpangan dari standar kualitas air minum yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan
3. Menganalisis sejauh mana RO di PT Energi Unggul Persada mampu mencapai efisiensi tinggi dalam hal persentase pemulihan (Recovery) air dan penolakan garam (Salt Rejection).
4. Menilai sumber air payau yang digunakan oleh perusahaan, apakah sesuai dan berkelanjutan.

1.4 Metode Penelitian

Metodologi penelitian pada laporan praktik kerja dapat dilihat pada Gambar 1.1





Gambar 1.1 Metodologi Penelitian

1.4.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan sebuah langkah yang penting dimana setelah seorang peneliti menetapkan topik penelitian, langkah selanjutnya adalah melakukan kajian yang berkaitan dengan teori, penelitian akan mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya dari pustaka yang berhubungan (Nazir, 1998).

Studi literatur merupakan tahap pertama yang digunakan sebagai acuan melakukan praktik kerja yang meliputi kumpulan peraturan, referensi laporan dan

jurnal mengenai pengolahan air payau menjadi air baku dengan menggunakan sistem *Reverse Osmosis*.

1.4.2 Survei Lokasi Praktik

Survei lokasi praktik kerja dengan mendatangi tempat yang akan dijadikan praktik kerja untuk mengetahui kondisi eksisting dengan menemui responden yaitu kepala *Head Human Resource Departemen*.

1.4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data data primer dan sekunder mengenai pengolahan air payau menjadi air baku dengan menggunakan sistem Reverse Osmosis di PT Energi Unggul Persada dalam mendukung penyusunan laporan praktik kerja. Data-data yang dikumpulkan meliputi:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari sumber pertama, baik dari individu atau perorangan, biasanya seperti hasil wawancara atau hasil pengisian kuesioner yang biasa dilakukan oleh peneliti (Muhamad, 2008). Data primer tersebut diperoleh dari wawancara dan observasi yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Wawancara adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data, sehingga peneliti mendapatkan keterangan secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden), atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (face to face) (Notoatmodjo, 2005). Wawancara yang dilakukan di dalam praktik kerja merupakan wawancara langsung terhadap pengawas, petugas dan pihak terkait yang menangani pengolahan air payau menjadi air baku di PT. Energi Unggul Persada. Isi wawancara meliputi karakteristik air payau, Sumber air payau berasal, unit pengolahan air payau, sistem Reverse Osmosis.
- b. Observasi merupakan suatu prosedur yang berencana, yang antara lain melihat dan mencatat jumlah dan taraf aktivitas tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti. Maka di dalam observasi bukan hanya “mengunjungi”, “melihat”, atau “menonton”, tetapi disertai keaktifan

jiwa atau perhatian khusus dan melakukan pencatatan-pencatatan (Notoatmodjo, 2005). Observasi dilakukan dengan pengamatan dan peninjauan langsung ke lapangan mengenai teknis pengolahan air payau menjadi air baku di PT Energi Unggul Persada untuk diketahui kondisi sebenarnya.

2. Data Sekunder

- a. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain atau data primeryang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pengumpul data primer atau oleh pihak lain yang pada umumnya disajikan dalam bentuk tabel atau diagram (Muhamad, 2008). Data sekunder yang dikumpulkan yaitu :
- b. Gambaran umum PT Energi Unggul Persada yang berisi tentang sejarah, identitas, visi, misi, struktur organisasi, sumber daya manusia dan bidang terkait pengelolaan limbah cair. Data-data tersebut akan digunakan untuk analisis dalam pengolahan air payau menjadi air baku.
- c. Dokumentasi adalah catatan otentik yang dapat dibuktikan dan dijadikan bukti secara hukum dimana dokumentasi tersebut berisi data lengkap dan nyata (Ali, 2009). Dokumentasi data berupa laporan dan dokumen yang ada di PT Energi Unggul Persada digunakan sebagai penguat data dalam melakukan analisis pengolahan air payau menjadi air baku.

1.4.4 Pengolahan Data dan Analisis

Pengolahan data merupakan kegiatan dilakukan setelah pengumpulan data. Pengolahan data meliputi: penyuntingan (editing), pengkodean (coding), memasukkan data (data entry/processing) dan pembersihan data (data cleaning) (Notoadmodjo, 2005). Data Primer dan sekunder yang dikumpulkan terkait pengolahan air payau menjadi air baku yang diolah sehingga dapat dianalisis.

1.5 Sistematika Pelaporan

Penulisan laporan praktik kerja tentang pengolahan air payau menjadi air baku dengan sistem reverse osmosis disusun dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan, berisikan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, maksud dan tujuan, tahapan kerja praktik dan sistematika pelaporan.

Bab II Gambaran Umum , berisikan profil perusahaan, sejarah singkat perusahaan, struktur organisasi, proses produksi air baku.

Bab III Tinjauan Pustaka, berisikan analisis berbagai teori dasar dan hasil penelitian yang relevan dengan system pengelolaan air limbah. Teori-teori tersebut digunakan sebagai acuan dan perbandingan dalam analisis.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, berisikan uraian analisis pengolahan air payau menjadi air baku sesuai kondisi eksisting di PT. Energi Unggul Persada meliputi pengolahan air payau dengan menggunakan sistem Reverse Osmosis agar sesuai dengan baku mutu berdasarkan yang dibandingkan dengan peraturan Permen LH Nomor 8 tahun 2009 Tentang Baku mutu Air Limbah Bagi Usaha dan / atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal.

Bab V Simpulan dan Saran Berisikan kesimpulan dari uraian yang telah dibahas di bab sebelumnya dan saran berupa rekomendasi untuk peningkatan sistem pengelolaan air limbah di PT. Energi Unggul Persada.

BAB II SEJARAH PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Singkat Perusahaan



Gambar 2.1 Logo Perusahaan

(Sumber : PT Energi Unggul Persada)

KPN Corp sebelumnya dikenal dengan Gama Corp, adalah Group perusahaan yang terdiri dari KPN Plantation (sebelumnya Gama Plantation). Berkembangnya group ini tak lepas dari sosok dua bersaudara asal Medan, Martua Sitorus dan Ganda Sitorus. Mereka berdua yang membangun group ini. KPN Group merupakan pemain penting di bisnis trading minyak CPO dari berbagai pemilik kebun dan pabrik sawit di Indonesia. Perusahaan ini mengolah dan mengekspor hasil olahan sawit ke berbagai belahan dunia, salah satu perusahaannya adalah PT. Energi Unggul Persada (EUP) Unit Tanjung Pura Mempawah. Fasilitas penunjang terdiri dari Boiler Thermax dan Wuxi yang masing-masing berkapasitas 15 T/H dan 20 T/H, Water Treatment Plant dan Effluent Treatment Plant, Kapasitas produksi Refinery dan Fractionation masing-masing 2000 MTD, Kernel Crossing Plant (KCP) 600 MTD, Solvent 2500 MTD, dan untuk tangki penyimpanan/stroge tank dengan kapasitas 64.000 MTD total 16 tank.

2.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

1. Visi

Menjadi Salah satu Perusahaan Agribisnis Indonesia yang terkemuka dengan pengelolaan Terbaik dan memberikan keuntungan tinggi.

To be one of Indonesia's most prominent agribusiness companies with the best Management practices that provides high returns.

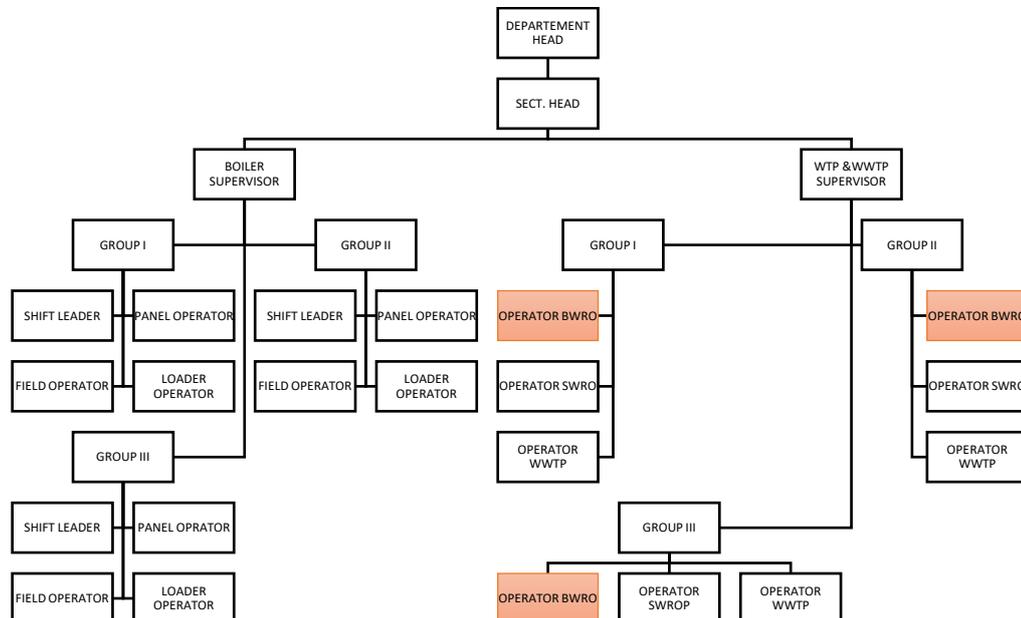
2. Misi

Meningkatkan Perkembangan Perusahaan dengan Standar Kualitas Tinggi, Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan serta memberikan nilai tambah yang lebih untuk seluruh Stakeholder.

Improving the Company's growth with high standard, while being environmentally friendly, sustainable, and to increase added value for all stakeholders.

2.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Pengoperasian dalam perusahaan diperlukan agar pekerjaan dapat diatur dengan baik dan didistribusikan kepada karyawan perusahaan sehingga diselesaikan secara efektif dan efisien. Setiap perusahaan memiliki struktur organisasi yang berbeda-beda sesuai dengan manajemen dan jenis kegiatan yang dilakukan perusahaan. Adapun struktur organisasi pada PT. Energi Unggul Persada Unit Tanjung Pura adalah Sebagai berikut



Gambar 2.2 Struktur Perusahaan

(Sumber : PT Energi Unggul Persada)

Organisasi Garis dan Staff. Dimana pemimpin paling tinggi dipegang oleh *General Manager (GM)*. Bentuk struktur organisasi ini mempunyai keuntungan antara lain:

1. Rasa solidaritas tinggi karena saling mengenal.
2. Garis pimpinan berjalan tegas dan bijak tidak terjadi simpang siur karena pimpinan berhubungan langsung dengan bawahan
3. kesatuan pimpinan terjamin sepenuhnya karena pimpinan berada pada satu tangan

2.2.1 Tugas Pokok dan Fungsi

Berikut adalah tabel *job description* dari masing masing jabatan di PT. Energi Unggul Persada Unit Tanjung Pura :

Tabel 2.1 Tugas Job Description

(sumber : PT. Energi Unggul Persada)

Jabatan	<i>Job Description</i>
<i>(Department Head)</i>	Mematuhi semua peraturan yang berlaku di PT. Energi Unggul Persada
	Mengevaluasi dan memberikan rekomendasi dalam rangka pengembangan sumber daya manusia untuk memenuhi kompetensi yang dibutuhkan di departemen
	Mengatur dan menjabarkan rencana-rencana program kerja dalam usaha memenuhi target maintenance yang optimum di departemen.
	Membantu pelaksanaan dan perencanaan sumber daya manusia serta melakukan analisis jabatan dengan mendaftarkan tugas-tugas yang spesifik dan tanggung jawab dari jabatan sesuai dengan struktur organisasi yang dirancang.
	Melakukan pengawasan terhadap konsumsi energi yang digunakan.
	Melakukan perencanaan dan pemeliharaan secara terencana untuk menjaga kehandalan equipment.
	Bertanggung jawab atas semua aspek pelaksanaan, komunikasi, evaluasi dan penegakan kode etik perusahaan atau kebijakan dari prinsip-prinsip bisnis perusahaan.

Jabatan	Job Description
	<p>Melakukan perencanaan dan pengawasan yang menyeluruh terhadap penggunaan bahan bakar, spare part, sumber energi dan factor produksi lainnya.</p> <p>Bertanggung jawab atas semua aspek pelaksanaan, komunikasi, evaluasi dan penegakan kode etik perusahaan atau kebijakan dari prinsip-prinsip bisnis perusahaan.</p>
<i>(Admin Engineering)</i>	<p>Melakukan Rekap Data Engineering</p> <p>Menyimpan Data Engineering</p> <p>Mengelola Dokumentasi Data Engineering</p> <p>Membuat Agenda Aktifitas Engineering</p>
<i>(Boiler Supervisor)</i>	<p>Memastikan Operasional boiler dan Genset berjalan dengan baik dan lancar sesuai dengan SOP yang ada.</p> <p>Memastikan ketersediaan bahan consumable operasional Boiler dan Genset selalu tersedia.</p> <p>Melaksanakan TPM minimal sekali seminggu.</p> <p>Melakukan Pengembangan Kopetensi Bawahan untuk melakukan Pengontrolan Operasional Proses sesuai Target Kontrol Quality dan Kuantiti.</p>
<i>(WTP & ETP Supervisor)</i>	<p>Memastikan Operasional WTP & ETP berjalan dengan baik dan lancar sesuai dengan SOP yang ada.</p> <p>Memastikan ketersediaan bahan penolong operasional WTP & ETP selalu tersedia.</p> <p>Melaksanakan TPM minimal sekali seminggu.</p> <p>Melakukan Pengembangan Kopetensi Bawahan untuk melakukan Pengontrolan Operasional Proses sesuai Target Kontrol Quality dan Kuantiti</p>
<i>(Shift Leader)</i>	<p>Mencatat konsumsi batu bara, solar, air dan produksi steam.</p> <p>Mencatat laporan harian di log book.</p> <p>Mengontrol pengoperasian boiler, compressor, genset di satia shift.</p> <p>Mengontrol sistem distribusi oli dan parameter boiler TOH.</p> <p>Mengontrol parameter air umpan dan air boiler.</p>

Jabatan	<i>Job Description</i>
<i>(Operator Control Panel)</i>	Mencatat log sheet Boiler, dan ash & conveying sistem.
	Menghidupkan atau mematikan boiler dan alat pendukungnya, sesuai kebutuhan user.
	Menghidupkan peralatan loading batu bara ke bunker.
	Melakukan shut blowing boiler.
	Mengoperasikan Boiler sesuai SOP.
<i>(Field Operator 1)</i>	Mencatat log sheet parameter boiler di lapangan.
	Menghidupkan atau mematikan compressor (dan alat pendukungnya) dan genset sesuai kebutuhan user.
	Mengisi bahan kimia untuk di gunakan kebutuhan boiler.
	Meloading batu bara ke bunker.
	Memastikan api di ruang bakar dalam kondisi stabil.
<i>(Field Operator 2)</i>	Mencatat log sheet compressor dan logsheet genset.
	Menghidupkan atau mematikan compressor (dan alat pendukungnya) dan genset sesuai kebutuhan user.
	Mentransfer solar untuk bahan bakar genset.
	Membuang bottom ash dan fly ash.
	Meloading batu bara ke bunker.
	Mencatat log book loader.
	Menloading batubara ke bunker boiler.
	Melangsir batu bara dari coal yard ke area dry coal.

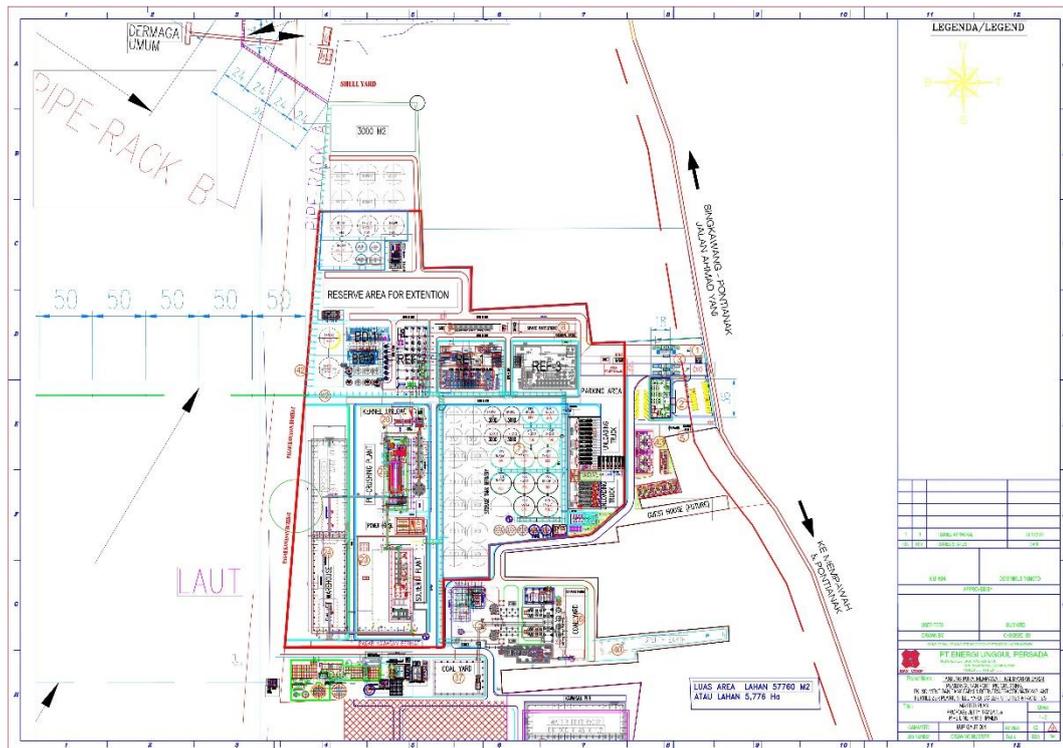
Jabatan	Job Description
	Membuang bottom ash dan fly ash ke area coal yard.
	Melakukan preventive maintenance loader dan menjaga kebersihan loader.
	Mencatat log sheet operasional WTP
	Mengoperasikan WTP dengan benar sesuai parameter yang di tentukan untuk supply kebutuhan air Plant
	Mengitung dan mencatat konsumsi chemical, Jumlah wáter yang dihasilkan & didistribusikan.
	Membuat /mengisi laporan harian kegiatan di WTP.
	Mencatat log sheet operasional WWTP.
	Mengoperasikan ETP dengan benar sesuai parameter yang di tentukan untuk supply kebutuhan air Plant.
	Mengitung dan mencatat konsumsi chemical, Jumlah Waste water yang diolah.
	Membuat /mengisi laporan harian kegiatan di ETP

2.3 Deskripsi Singkat Departemen Tempat Praktik

Department Utility adalah *department* yang bertanggung jawab penuh dalam menyediakan kebutuhan yang diperlukan oleh *department* lainnya khususnya *Department* Produksi seperti *Refinery* dan *Fractionation*, *Tank Farm*, *Kernel Crushing Plant (KCP)* di PT. Energi Unggul Persada Unit Tanjung Pura Mempawah. *Department Utility* bertanggung jawab untuk menyediakan steam serta air bersih untuk seluruh area perusahaan, hingga power yang berasal dari genset jika sumber utama power (PLN) mengalami masalah. *Department Utility* berada di bawah tanggung jawab dari *Section Head* dan dibantu oleh *Supervisor* beserta anggotanya. Lingkup kerja dari *department* tempat kerja praktik penulis adalah *water treatment plant*.

1. Melakukan pengoperasian, perawatan, analisa sampel air dan perbaikan pada bagian *critical equipment* di sistem produksi area WTP dan ETP.
2. Melakukan *jar test* untuk menentukan dosis pemakaian bahan kimia dan penyesuaian waktu habis pemakaian bahan kimia setiap hari.

Berikut adalah masterplant PT Energi Unggul Persada,



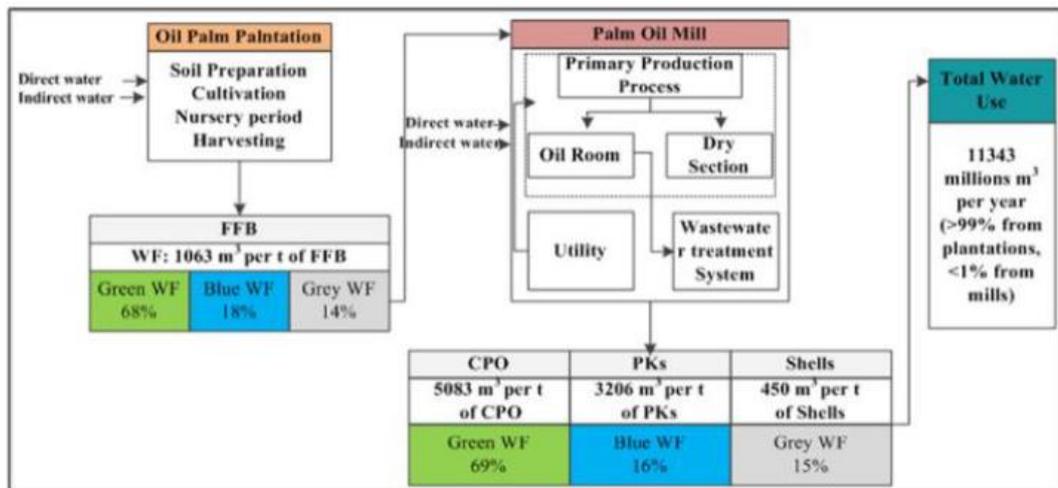
Gambar 2. 3 Masterplant PT EUP
(Sumber : *PT Energi Unggul Persada*)

Dalam kesempatan ini Peraktikan ditempatkan pada area *water treatment plant*, dimana area tersebut merupakan sumber penghasil air bersih yang dipergunakan oleh *department* produksi di PT. Energi Unggul Persada Unit Tanjung Pura Mempawah. Sumber bahan baku air yang dipergunakan adalah air kolam/waduk, sumur bor, dan air sungai yang di beli oleh perusahaan bila terjadi kekurangan di air kolam/waduk.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Kebutuhan Air di Industri kelapa Sawit

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kebutuhan air pada proses-proses yang terdapat pada pengolahan minyak kelapa sawit. Adapun prosesnya adalah seperti gambar dibawah ini ;



Gambar 3.1 Kebutuhan Air di Industri Kelapa Sawit
Sumber : (Suttayakul dkk., 2016)

Jejak air (Water Footprint/WF) dari tandan buah segar (Fresh Fruit Bunches/FFBs) dari perkebunan kelapa sawit dan minyak kelapa sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO) dari pabrik kelapa sawit di bagian selatan dan timur Thailand telah ditentukan selama 25 tahun. Kondisi iklim, karakteristik tanah, dan karakteristik pertumbuhan kelapa sawit telah dipertimbangkan. Jejak air FFBs rata-rata adalah 1063 m³/ton. Air hijau (Perkebunan), biru (industri), dan abu-abu (Limbah) terdiri dari 68%, 18%, dan 14% dari total jejak air, masing-masing. (Suttayakul dkk., 2016) untuk mengetahui jumlah pemakaian air sungai (raw water) yang dapat memenuhi kebutuhan industri di industri kelapa sawit perlu tahu pemakaian air terbesar di industri kelapa sawit

Konsumsi air pada pabrik kelapa sawit diantaranya untuk umpan *boiler*, operasional, dan kebutuhan rumah tangga (domestik). Air merupakan bahan pendukung yang sangat penting untuk produksi bahan baku minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO), dengan kebutuhan rata – rata 1 m³ air/ton TBS (Purwoto, 2010). Studi di Indonesia sendiri terdahulu menyebutkan jika kapasitas pabrik 45 ton/jam dengan operasional 10 jam, maka dibutuhkan 450 ton/air. Air tersebut dimanfaatkan untuk boiler kurang lebih 38 ton air/jam (Renjani, 2013)”. Kebutuhan air terbesar adalah untuk boiler dan juga refinery, kualitas dan kuantitas air pada boiler dan refinery perlu diperhatikan.

3.2 Air Baku Industri Kelapa Sawit

Persyaratan air untuk boiler dan refinery pada umumnya mengharuskan penggunaan air tawar, Air Tawar berasal dari dua sumber, yaitu air permukaan (*surface water*) dan air tanah (*ground water*). Kualitas air menggunakan sumber air biasanya biasanya dipengaruhi oleh lingkungan asal mata air tersebut. Sumber mata air permukaan dan tanah umumnya sudah mengalami pencemaran oleh penduduk ataupun industri, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan air tersebut agar memenuhi syarat sebelum digunakan sebagai kebutuhan industri termasuk boiler dan refinery

a. Air Permukaan

Air Permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa, dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke dalam tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheds drainase* atau *basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air tersebut disebut limpasan permukaan (*surface run off*) dan yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran sungai (*river run off*). Sekitar 69% air yang masuk ke sungai berasal dari air hujan, dan air tanah. Daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin*. (Effendy, 2003)

c. Air Tanah

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan

mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses – proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber air lain. (Effendy, 2003)

Air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibanding sumber air lainnya, menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Proses AMDAL mencakup studi lingkungan yang melibatkan penilaian dampak terhadap air tanah, termasuk aspek kualitas air, ketersediaan air, dan dampak terhadap ekosistem air tanah. Berdasarkan hasil studi ini, rekomendasi dan tindakan mitigasi akan disusun untuk meminimalkan dampak negatif dan memastikan pengelolaan yang berkelanjutan terhadap air tanah, sehingga air tanah jarang sekali dipakai untuk kebutuhan industri.

Dari penjelasan tersebut menjelaskan bahwa kebutuhan air di industri CPO menggunakan dengan persyaratan air tawar dan perlunya kualitas dan kuantitas yang memiliki standar dan baik digunakan untuk kebutuhan proses industri CPO yang tidak mengganggu kondisi lingkungan sekitar.

3.3 Standar Kualitas air *Boiler dan Refinery*

Baku mutu air yang diperlukan untuk masuk ke boiler dan refinery dalam industri kelapa sawit dapat bervariasi tergantung pada persyaratan spesifik yang ditetapkan oleh industri dan peraturan yang berlaku di wilayah tempat operasional berada. Peraturan dan persyaratan yang spesifik dapat berbeda tergantung pada peraturan lingkungan dan industri yang berlaku di wilayah operasional Anda. Penting untuk mengacu pada peraturan dan regulasi yang berlaku, untuk kebutuhan air boiler dan refinery mengacu pada regulasi sesuai dengan standar menkes RI No .492/MENKES/PER/IV/2010, berikut baku mutu nya:

Tabel 3.1 Peraturan Boiler dan Refenery

Parameter	Peraturan Permenkes 492 Tahun 2010	Satuan
pH	6,5-8,5	-
TDS	500	Mg/L
Total Hardness	-	ppm
Kekeruhan	5	NTU
Warna	15	TCU
Silica		
Fe	0,3	Mg/L

Sumber: Permenkes RI No .492/MENKES/PER/IV/2010.

Batasan terhadap nilai parameter-parameter penting untuk air umpan boiler, sering juga ditentukan oleh pihak pembuat alat, atau dapat mengacu pada kriteria dari badan-badan International seperti ASME dan ABMA. Secara umum air yang akan digunakan sebagai air umpan boiler adalah air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya endapan yang dapat membentuk kerak pada boiler, air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan korosi terhadap boiler dan sistem penunjangnya dan juga tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya pembusaan terhadap air boiler. Oleh karena itu untuk dapat digunakan sebagai air umpan boiler maka air baku dari sumber air harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu, karena harus memenuhi persyaratan tertentu seperti yang diuraikan dalam tabel di bawah ini (Smock, 1982)

Tabel 3.2 Persyaratan Kualitas Air Boiler (ABMA)

Parameter	Tekanan	Total Solids	Total alk Salinitas	Suspended Solid	Silica	Konduktivitas
Satuan	psig	ppm	ppm	ppm		micro.ohm/cm
1	0-300	3.500	700	300	150	7000
2	301-450	3.000	600	250	90	6000
3	451-600	2.500	500	150	40	5000
4	601-750	2.000	400	100	30	4000
5	751-900	1.500	300	60	20	3000
6	901-1000	1.250	250	40	8	2000
7	1.001-1.500	1.000	200	21	2	150

(Sumber : Smock,1982)

Baku mutu untuk air baku yang digunakan dalam refinery dan boiler dalam industri kelapa sawit dapat serupa atau memiliki persyaratan yang mirip. secara otomatis untuk boiler dan *refinery* sesuai dengan kebutuhan sistem. Air yang akan digunakan sebagai air boiler dan *refinery* adalah air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya endapan yang dapat membentuk kerak pada boiler, air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan korosi terhadap boiler dan sistem penunjangnya dan juga tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya pembusaan terhadap air boiler (Simatupang dan Ramadhani, 2021) oleh karena itu banyak penunjang air yang dapat dijadikan air untuk boiler dan refenry seperti Air payau.

Keterbatasan lahan yang potensial untuk industri kelapa sawit menyebabkan pembangunan perkebunan kelapa sawit mengarah ke lahan marginal dengan berbagai faktor pembatas. Salah satu lahan maginal alternatif untuk pengembangan kelapa sawit adalah lahan rawa pasang surut dan lahan pasir. Potensi lahan pasang surut untuk Industri kelapa sawit terutama terkait dengan topografi yang datar dan ketersediaan air sepanjang tahun sehingga memperkecil kemungkinan terjadi defisit air (Winarna dkk., 2014) namun air yang tersedia umumnya adalah air payau.

3.4 Karakteristik Air Payau

Menurut Soedjono dalam (ISMARENI, 2020). Air payau terjadi karena intrusi air asin ke air tawar. Hal ini dikarenakan adanya degradasi lingkungan. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi karena fenomena air pasang naik. Saat air laut meluap, masuk ke median sungai. Kemudian terjadi pendangkalan di sekitar sungai sehingga air asin ini masuk ke dalam air tanah dangkal dan menjadi payau. Kualitas air di Kalimantan menurut jurnal dari (Indriatmoko, 2006), kualitas air pada sampel air tanah di daerah Kalimantan menunjukkan bahwa air sumur pada daerah Kalimantan juga mengarah ke air payau (>500 ppm). Tingkat kesadahan dan nilai permanganat air juga melebihi ambang batas hal ini mengindikasikan adanya suasana lingkungan terdapatnya air dalam wilayah kapur dan terdapat indikasi adanya pencemaran organik.

Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam satu liter air adalah antara 0,5 sampai 30 gram, maka air ini disebut air payau. Namun jika konsentrasi garam melebihi 30 gram dalam satu liter air disebut air asin (Suprayogi, dalam Darmawansa, 2014). Ciri-ciri fisik air payau yaitu berwarna coklat kehitaman. Sementara segi kandungan kimia air payau memiliki tingkat kadar garam yang tinggi, kadar TDS yang cukup tinggi yakni 1000 - 10.000 mg/L, kandungan karbon organik rendah, dan partikulat rendah ataupun kontaminan koloid (Saputra, 2018) Berikut tabel karakteristik fisika dan kimia air payau

Tabel 3.3 Karakteristik Fisika dan Kimia Air Payau

Parameter Fisik	Keterangan	Referensi
Warna	Coklat kehitaman	(Putra, 2013)
Suhu	20°C -30°C	(Dewi, 2011)
Parameter kimia	Keterangan	Referensi
pH	7-9	(Sutrisno, 2015)
TDS	1001-3000mg/l	(Effendy, 2003)
Fe	2-5 (ppm)	(Mudiat, 1996)
salinitas	0,5-30 (ppt)	(Johnson 2005)
Total Hardness	-	(Mudiat, 1996)

3.5 Desalinasi

Desalinasi adalah istilah umum untuk proses menghilangkan garam dari air untuk menghasilkan air tawar. Air tawar di definisikan mengandung kurang dari 1000mg/L garam atau Total Terlarut Padatan atau *Total Dissolve Solid* (TDS) (Sandia,2003). TDS di atas 1000 mg/L sudah terkontaminasi hal-hal yang negatif seperti rasa, warna, korosi, dan bau. Banyak negara yang mengadopsi standar air minum nasional pada kontaminan tertentu, serta untuk TDS, tetapi batas standar kelayakan air dari satu negara ke negara lainnya berbeda.

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 1970) memiliki ambang batas rasa air minum 250 mg / L, dan A. S. Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) memiliki sekunder (non-dapat ditegakkan) standar 250 mg/L klorida dan 500 mg/L TDS

(EPA AS, 2002). Setiap negara bagian AS dapat menetapkan prioritas utama yang dapat ditegakkan standar. WHO dan standar Air Minum Teluk merekomendasikan standar air minum 1000 mg / L TDS untuk air minum (Löwenberg dkk., 2015) Uni Eropa melakukannya tidak memiliki standar air minum untuk TDS, meskipun standards untuk kontaminan air minum lainnya telah didirikan (WHO, 1970). Dibandingkan dengan pemerintah standar, sebagian besar fasilitas desalinasi dirancang untuk mencapai TDS 500 mg / L atau kurang (Löwenberg dkk., 2015) Air desalinasi yang digunakan untuk keperluan lain, seperti irigasi tanaman, mungkin lebih tinggi Konsentrasi TDS; standar air irigasi sering kali mencakup batas konsentrasi untuk TDS, Klorida, Natrium, dan Boron. Tergantung pada jenis tanamannya, standar klorida dapat berkisar 350 mg/L hingga lebih dari 2000 mg/L (Greenlee dkk., 2009)

3.5.1 Proses Desalinasi

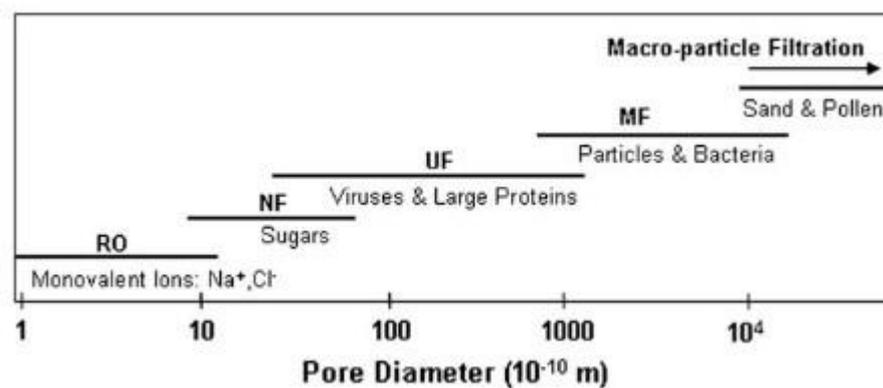
Proses desalinasi dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu proses termal dan proses membran. Proses termal mengikuti siklus air alami, di mana larutan garam dipanaskan untuk menghasilkan uap air yang kemudian dikondensasikan menjadi air tawar. Di sisi lain, proses membran menggunakan membran dan penyaring untuk secara selektif melewatkan atau menolak ion-ion tertentu, dan teknologi desalinasi dirancang dengan memanfaatkan kemampuan ini. Membran memainkan peran penting dalam memisahkan garam dalam proses dialisis dan osmosis.

Prinsip alami ini telah diadaptasi dalam dua proses desalinasi penting yang digunakan secara komersial, yaitu *electrodialysis* (ED) dan *reverse osmosis* (RO). Meskipun ED dan RO umumnya digunakan untuk menghilangkan garam dari air payau, perkembangan teknologi memungkinkan pengaplikasiannya pada air laut. Melalui proses destilasi termal atau dengan menggunakan membran yang efisien, air payau atau air laut dapat diubah menjadi air tawar yang dapat digunakan untuk keperluan konsumsi atau industri. Terus berkembangnya teknologi desalinasi memberikan potensi yang besar dalam memenuhi kebutuhan air bersih di daerah-daerah dengan keterbatasan pasokan air tawar (Al-Karaghoul dan Kazmerski,

2013), Dalam penelitian ini, kami mengadopsi metode desalinasi menggunakan teknologi membran.

3.5.2 Jenis-Jenis Desalinasi

Proses desalinasi menggunakan membran terdiri dari beberapa jenis, yaitu Reverse Osmosis (RO), Nanofiltration (NF), Ultrafiltration (UF), dan Microfiltration (MF). Berikut adalah gambar dan penjelasan singkat tentang masing-masing jenis membran, termasuk ukuran pori dan tingkat efisiensi dalam penyisihan:



Gambar 3.2 Proses Desalinasi Menggunakan Membran

Sumber : (Perry and Green, 1997).

a. Teknologi *Reverse Osmosis*

Teknologi Reverse Osmosis (RO) digunakan dalam proses desalinasi air. Pada proses RO, membran semi-permeabel dengan ukuran pori kurang dari 1 nanometer (nm) digunakan untuk memisahkan garam, mineral, dan partikel lainnya dari air. Dalam proses ini, tekanan diterapkan pada sisi larutan yang lebih tinggi untuk mendorong air melalui membran, sementara garam dan partikel yang lebih besar ditahan oleh membran. RO memiliki tingkat efisiensi penyisihan yang tinggi, mencapai lebih dari 99%, sehingga air yang melewati membran RO menjadi lebih murni dengan konsentrasi garam yang sangat rendah. Dengan menggunakan teknologi RO, air dapat diolah menjadi lebih bersih dan sesuai dengan standar kualitas yang diperlukan.

b. Nanofiltration

Nanofiltration (NF). Membran yang digunakan dalam NF memiliki ukuran pori sekitar 1-10 nanometer (nm). Teknologi NF memungkinkan pemisahan garam, senyawa organik kecil, dan partikel-partikel dengan ukuran tertentu dari air. Membran NF memiliki ukuran pori yang lebih besar daripada RO, sehingga memungkinkan penyaringan senyawa-senyawa yang lebih besar. Tingkat efisiensi penyisihan garam dalam NF cenderung lebih rendah daripada RO, namun tetap tinggi untuk senyawa-senyawa yang memiliki ukuran yang sesuai dengan pori membran NF. Dengan menggunakan teknologi NF, air dapat diolah untuk menghasilkan air yang lebih bersih dengan konsentrasi garam yang lebih rendah.

c. Ultrafiltration (UF)

Membran UF memiliki ukuran pori sekitar 1-100 nanometer (nm), yang lebih besar daripada pada teknologi Nanofiltration (NF). Tingkat efisiensi dalam penyisihan yang dapat dicapai oleh UF berkisar antara 90-99%, memberikan hasil yang sangat baik dalam menghilangkan komponen-komponen yang berukuran besar. UF umumnya digunakan dalam pengolahan air untuk penyaringan yang lebih kasar daripada Reverse Osmosis (RO) atau Nanofiltration (NF), tetapi masih efektif dalam memisahkan partikel-partikel yang lebih besar dan menjaga kualitas air yang diinginkan. Dengan menggunakan teknologi UF, air dapat diolah menjadi lebih bersih dan bebas dari kontaminan yang berukuran besar, memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk berbagai aplikasi industri dan kebutuhan lainnya.

d. Microfiltration (MF)

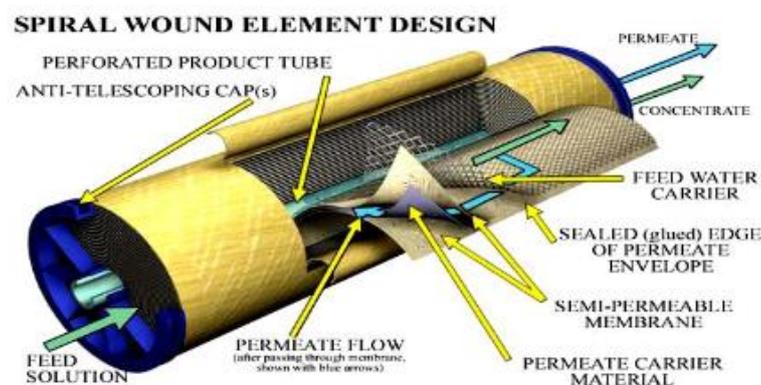
Membran MF memiliki ukuran pori sekitar 0,1-10 mikrometer (μm), yang lebih besar daripada pada teknologi Ultrafiltration (UF). Tingkat efisiensi dalam penyisihan yang dapat dicapai oleh MF berkisar antara 80-99%, memberikan kemampuan yang baik dalam memisahkan partikel-partikel yang berukuran besar. MF umumnya digunakan dalam pengolahan air dan filtrasi yang lebih kasar daripada teknologi UF, tetapi tetap efektif dalam menghilangkan partikel-partikel besar yang dapat mempengaruhi kualitas air. Dengan menggunakan teknologi MF, air dapat diolah menjadi lebih bersih dengan mengurangi kontaminan berukuran besar dan menjaga kualitas air yang diinginkan. Aplikasi MF meliputi pengolahan

air, filtrasi industri, dan aplikasi lainnya di mana penyisihan partikel-partikel besar menjadi prioritas (Perry and Green, 1997).

3.6 Teknologi Reverse Osmosis

Reverse Osmosis adalah suatu metode pemurnian air melalui membran semi permeable di mana suatu tekanan tinggi (50-60 psi) diberikan melampaui tarikan osmosis sehingga akan "memaksa" air melewati proses osmosis terbalik dari bagian yang memiliki kepekatan tinggi ke bagian dengan kepekatan rendah. Selama proses ini terjadi, kotoran dan bahan yang berbahaya akan dibuang sebagai air yang tercemar. Molekul air dan bahan mikro yang lebih kecil dari pori-pori Reverse Osmosis akan melewati pori-pori membran dan hasilnya adalah air yang murni. Proses ini mirip dengan proses filtrasi membran. (Utari, 2019)

Mekanisme utama pemisahan partikel-partikel asing dalam air dan air pada proses filtrasi membran adalah pemisahan atau eksklusi berdasarkan ukuran partikel. Perbedaannya adalah, proses Reverse Osmosis melibatkan mekanisme difusi sehingga efisiensi pemisahan partikel tergantung kadar partikel nondominan dalam larutan, tekanan dan rasio dari water flux rate (rasio aliran air). Membran Reverse Osmosis menghasilkan air murni 99,99%. Diameternya lebih kecil dari 0,0001 mikron (500.000 kali lebih kecil dibandingkan dengan sehelai rambut), sama dengan penyaring micron, berfungsi membuang kotoran, bahan mikro, bakteri, virus dan sebagainya (Utari, 2019)



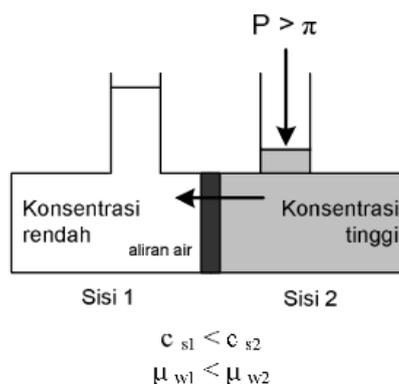
Gambar 3.3 Membran RO

Sumber : Soedjono, 2012

Membran yang digunakan untuk Reverse Osmosis memiliki lapisan padat dalam matriks polimer - baik kulit membran asimetris atau lapisan interfisial dipolimerisasi dalam membran tipis-film-komposit - dimana pemisahan terjadi. Dalam kebanyakan kasus, membran ini dirancang untuk memungkinkan air hanya untuk melewati melalui lapisan padat, sementara mencegah bagian dari zat terlarut (seperti ion garam). Proses ini mensyaratkan bahwa tekanan tinggi akan diberikan pada sisi konsentrasi tinggi membran, biasanya 2-17 bar (30- 250 psi) untuk air tawar dan payau, dan 40-82 bar (600-1200 psi) untuk air laut, yang memiliki sekitar 27 bar (390 psi) tekanan osmotik alam yang harus diatasi. Proses ini terkenal karena penggunaannya dalam desalinasi (menghilangkan garam dan mineral lainnya dari air laut untuk mendapatkan air tawar), namun sejak awal 1970-an itu juga telah digunakan untuk memurnikan air segar untuk aplikasi medis, industri, dan domestic (Saputra, 2018)

3.6.1 Prinsip Reverse Osmosis

Prinsip dasar reverse osmosis adalah memberi tekanan hidrostatik yang melebihi tekanan osmosis larutan sehingga pelarut dalam hal ini air dapat berpindah dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah seperti yang terlihat pada Gambar 3.4. Prinsip reverse osmosis ini dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan dan dengan demikian akan didapatkan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Sari dkk., 2016)



Gambar 3.4 Prinsip Reverse Osmosis
Sumber : Sari dkk.,2016

Peristiwa perpindahan dalam reverse osmosis dapat didekati dengan teori solution-diffusion, model membran berpori (preferential sorption capillary model), atau fenomena termodinamik irreversibel (Ariyanti dan Widiyasa, 2011). Diantara tiga teori ini, yang banyak digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses reverse osmosis dapat memisahkan antara garam dan air adalah teori solution-diffusion yang mengasumsikan bahwa baik zat terlarut (garam) maupun pelarut (air) terlarut secara homogen pada permukaan membran dan masing-masing akan berdifusi melewati membran. Kecepatan difusi garam dan air melalui membran RO bergantung pada gradien potensial kimia yaitu perbedaan konsentrasi dan tekanan antara dua sisi membran. Dengan demikian, perbedaan kelarutan dan diffusivitas garam dan air di fasa membrane sangat menentukan laju perpindahan (fluks permeat) dan derajat pemisahan (selektivitas).

Di dalam membran RO tersebut terjadi proses penyaringan dengan ukuran molekul, yakni pertikel yang molekulnya lebih besar daripada molekul air, misalnya molekul garam dan lainnya, akan terpisah dan akan terikat ke dalam air buangan (brine/reject water). Oleh karena itu air yang akan masuk ke dalam membran RO harus mempunyai persyaratan tertentu misalnya kekeruhan harus nol, kadar besi harus $< 0,1$ mg/L, pH harus dikontrol agar tidak terjadi pengendapan kalsium dan lainnya (ERISKA, 2019)

Peristiwa perpindahan dalam reverse osmosis dapat didekati dengan teori solution-diffusion, model membran berpori (preferential sorption capillary model) atau fenomena termodinamik irreversibel (Ariyanti dan Widiyasa, 2011). Diantara tiga teori ini, yang banyak digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses reverse osmosis dapat memisahkan antara garam dan air adalah teori solution-diffusion yang mengasumsikan bahwa baik zat terlarut (garam) maupun pelarut (air) terlarut secara homogen pada permukaan membran dan masing-masing akan berdifusi melewati membran. Kecepatan difusi garam dan air melalui membran RO bergantung pada gradien potensial kimia yaitu perbedaan konsentrasi dan tekanan antara dua sisi membran. Dengan demikian, perbedaan kelarutan dan diffusivitas garam dan air di fasa membrane sangat menentukan laju perpindahan (fluks permeat) dan derajat pemisahan selektivitas). Secara empirik, laju perpindahan air

melalui membrane semipermeabel dalam proses reverse osmosis dapat dinyatakan dengan hubungan berikut:

$$J_{air} = w(P - \pi)$$

Keterangan :

Jair : fluks air melalui membran RO

W : Permeabilitas membran RO

P : Tekanan Hidrostatik

π : Tekanan Osmosis

Besarnya tekanan osmosis, π , berbanding lurus dengan konsentrasi garamnya. Sementara itu, laju perpindahan zat terlarut (solute) berbanding lurus dengan gradien konsentrasi melintasi membrane (yaitu perbedaan konsentrasi antara sisi umpan dan sisi permeat):

$$J_{solut} = K(C_f - C_p)$$

Keterangan :

J_{solut} : fluks zat terlarut (garam) melalui membran RO

K : konstanta yang ditentukan oleh material dan ketebalan membrane

C_f : konsentrasi solute di umpan.

C_p : konsentrasi solute di permeat.

Persamaan (1) dan (2) menunjukkan bahwa laju perpindahan air merupakan fungsi tekanan operasi, sedangkan laju perpindahan garam tidak. Oleh karena itu, penurunan konsentrasi garam pada konsentrat dan peningkatan tekanan operasi akan meningkatkan kemurnian permeat (Ariyanti dan Widiyasa, 2011)

3.6.2 Tingkat Efisiensi RO

Proses membran RO terjadi penyaringan dengan ukuran molekul, yakni molekul yang lebih besar daripada molekul air, misalnya molekul garam, akan terpisah dan terikut ke dalam air buangan (reject water). Oleh karena itu air yang akan masuk ke dalam membrane RO harus mempunyai persyaratan tertentu misalnya kekeruhan harus nol, kadar besi harus < 0,1 mg/l, pH harus dikontrol agar tidak terjadi pergerakan calcium dan lainnya.

Proses pemisahan RO digunakan untuk mengekstraksi ion logam berat, termasuk Ni^{2+} , Cr^{6+} , dan Cu^{2+} dari air limbah elektroplating, dengan efisiensi penyisihan >98,7562. Baru-baru ini, RO telah digunakan untuk memurnikan air limbah industri dari operasi penambangan coster-field yang berlokasi di Victoria-Australia dengan efisiensi ekstraksi rata-rata 10%, 48%, 82%, 66%, dan 95% untuk Fe^{3+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , As^{3+} , dan Sb^{3+} masing-masing (Samaei dkk., 2020)

Reverse Osmosis (RO) dapat menyisihkan amonia sebesar 4,5 %, fluorida sebesar 1,3%, fenol sebesar 58,3%, nitrat sebesar 7,9%, nitrit 16,7%, phospat sebesar 1%, seng (Zn) sebesar 50%, sulfat sebesar 14,6%, senyawa aktif metilen biru sebesar 78,12% dan total hardness sebesar 14,6%. Adapun penyisihan zat padat terlarut mencapai 3,9%. Menurut (Padilla dan Tavani, 1999) menyatakan bahwa RO dapat menurunkan logam berat secara signifikan. Hal ini terbukti dengan penurunan konsentrasi besi (Fe) setelah melalui pengolahan RO dari 0,03 mg/L menjadi 0,01 mg/L (penyisihan 33,3 %). Namun, dalam penelitian ini hasil uji laboratorium menyatakan bahwa beberapa konsentrasi logam berat tidak teridentifikasi tekecuali fe.

3.6.3 Efisiensi Proses Desalinasi Air Payau

Efisiensi proses desalinasi air asin (air payau) dengan system Reverse Osmosis cukup tinggi, yaitu 99,5 %. Sehingga pada akhir proses akan dihasilkan air yang murni. Pengolahan air payau dengan menggunakan system Reverse Osmosis ini sangat dipengaruhi oleh kualitas air baku yang akan diolah, apabila air baku tidak memenuhi persyaratan sebagai air baku Reverse Osmosis seperti yang terdapat pada Tabel 3.3, maka Instalasi Pengolahan Air harus dilengkapi unit pengolahan awal (Pretreatment) dan setelah air baku memenuhi persyaratan dilanjutkan pada unit pengolahan lanjutan (Treatment), yaitu unit reverse osmosis Widayat (2007), Secara keseluruhan unit pengolahan air payau menjadi layak minum ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain dengan proses koagulasi, sedimentasi, filtrasi bertingkat (filter pasir, filter Mangan Zeolit dan filter Karbon aktif) dan Reserve Osmosis.

Menurut (Widayat, 2007)membrane osmosis balik air payau mampu mengolah air dengan kandungan TDS sampai 12000 ppm dan tekanan operasi sampai 10 kg/Cm². Berikut standar kualitas air baku Reverse Osmosis

Tabel 3.4 Standar Kualitas Air Baku Reverse Osmosis

No	Parameter	Satuan	Air Baku
1	Warna	Pt.Co	100
2	Bau	-	Relative
3	Kekeruhan	NTU	20
4	Besi	Mg/L	2.0
5	Mangan	Mg/L	1.3
6	Klorida	Mg/L	4000
7	Bahan Organik	Mg/L	40
8	TDS	Mg/L	12000

Sumber : Widayat, 2007

3.6.4 Keuntungan dan Kekurangan RO

Meskipun alat pengolahan air sistem RO mempunyai banyak keuntungan akan tetapi dalam pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk operasi. Hal ini dimaksudkan agar alat tersebut dapat digunakan secara baik dan awet. Berikut Keuntungan dan Kekurangan RO

Tabel 3.5 Keunggulan dan Kekurangan Sistem RO

Parameter	Keunggulan	Kekurangan
Biaya	Hemat uang, penjelasan hemat dan efisiensi ini tentunya jika menghitung dari waktu jangka panjang. Dan juga apabila kemudahan dengan menggunakan reverse osmosis di konversi dengan susahnya mendapatkan air minum. Di beberapa daerah tertentu hambatan transportasi akan mempengaruhi harga jual air tawar	Biaya RO mahal Mencakup sistem RO diperlukan biaya perawatan. Biaya tersebut diperlukan antara lain untuk bahan kimia, bahan bakar, penggantian media penyaring, servis dan biaya operator

Oprasional	Mudah dalam pengoperasian karena dikendalikan dengan sistem panel dan instrument dalam sistem pengontrol dan dapat dioperasikan pada suhu kamar.	pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk pengoprasian agar alat tersebut dapat digunakan secara baik dan awet secara baik dan awet.
Maintenace	tidak membutuhkan tenaga hanya perlu membackwashminimal 1 hari sekali	Membutuhkan Biaya Maintenance yang besar karena pergantian membrane RO setiap 24-36 bulan sekali

Sumber : (Saputra, 2018)

3.7 Parameter Kualitas Air Olahan Sistem Reverse Osmosis

3.7.1 pH

pH mempengaruhi toksistas suatu senyawa kimia. Senyawa ammonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonium bersifat tidak toksik. Namun, pada suasana alkalis (pH tinggi) lebih banyak ditemukan ammonia yang tak trionisasi dan bersifat toksik. (Effendi,H., 2003). Dalam konteks reverse osmosis (RO), pengukuran pH penting karena pH dapat mempengaruhi kinerja membran RO dan kualitas air yang dihasilkan. pH air dapat mempengaruhi kelarutan mineral, stabilitas membran RO, dan potensi terjadinya korosi atau pembentukan kerak pada sistem RO. Oleh karena itu, memantau dan mengontrol pH dalam sistem RO sangat penting untuk menjaga kinerja dan keberlangsungan sistem. pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion hidrogen H⁺. Ion hidrogen merupakan faktor utama untuk mengerti reaksi kimiawi dalam ilmu teknik penyehatan, karena:

- a. H⁺ selalu ada dalam keseimbangan dinamis dengan air, yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis.

- b. H^+ tidak hanya merupakan unsur molekul H_2O saja tetapi juga merupakan unsur banyak senyawa lain hingga jumlah reaksi H^+ dapat dikatakan hanya sedikit saja. (Alaerts dan Santika, 1987)

3.7.2 TDS

Total dissolved solid ialah jumlah keseluruhan zat yang larut dalam air, yang dimasukkan dalam kelompok ini ialah mineral dan garam-garam yang terlarut dalam air, zat tersebut berbentuk koloid. (Melinia dkk., 2023) Mengukur TDS dalam sistem olahan reverse osmosis (RO) penting karena TDS dapat memberikan indikasi tentang kualitas air yang dihasilkan dan kinerja RO itu sendiri. Berikut adalah beberapa alasan mengapa pengukuran TDS dalam sistem RO penting:

1. Kualitas Air: Pengukuran TDS memberikan gambaran umum tentang tingkat keberadaan zat terlarut dalam air. Dengan memantau perubahan TDS, dapat diketahui apakah sistem RO efektif dalam menghilangkan zat terlarut atau jika ada kebocoran atau masalah lain dalam sistem.
2. Kinerja Membran RO: Tingkat TDS air umpan dan air hasil olahan RO dapat memberikan informasi tentang efisiensi pemisahan membran RO. Penurunan signifikan dalam TDS menunjukkan bahwa membran berfungsi dengan baik dan mampu menghilangkan zat terlarut dengan efektif.
3. Kualitas Air yang Dihasilkan: TDS yang tinggi dalam air hasil RO dapat mengindikasikan adanya zat terlarut yang masih tersisa atau masalah pada membran. Air RO yang memiliki TDS rendah biasanya diinginkan karena menunjukkan kualitas air yang lebih murni dan lebih sesuai dengan standar kualitas air yang diinginkan. (Melinia dkk., 2023)

3.7.3 Kesadahan

Kesadahan dalam air disebabkan oleh adanya kandungan garam-garam kalsium dan magnesium, kadang – kadang besi dan mangan. Di dalam Analisa air, kandungan kesadahan dinyatakan sebagai mg/l sebagai $CaCO_3$. Dipilih kalsium karbonat sebagai basis analisa karena senyawa ini mempunyai berat molekul 100 dan berat ekuivalen 50 sehingga mudah untuk dikonversi baik kemasing- masing

ion yang ada didalam air. Kandungan kesadahan dalam air juga sangat tergantung pada sumber airnya. Air tanah biasanya mempunyai kesadahan di atas 300 mg/l sebagai CaCO_3 . Air permukaan biasanya lebih lunak karena tidak mempunyai kesempatan untuk kontak dengan mineral- mineral dalam tanah cukup lama. Kesadahan pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium dan magnesium. Kalsium dan magnesium berikatan dengan anion penyusun alkalinitas, yaitu bikarbonat dan karbonat. Kesadahan perairan berasal dari kontak dengan tanah dan bebatuan. (Effendy, 2003)

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion - ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , juga oleh Mn^{2+} , Fe^{2+} dan semua kation yang bermuatan dua. Air yang kesadahannya tinggi biasanya terdapat pada air tanah didaerah yang bersifat kapur. Kelebihan ion Ca^{2+} serta ion Ca^{32-} (salah satu ion alkalinitas) mengakibatkan terbentuknya kerak pada dinding pipa yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat CaCO_3 . Kerak ini akan mengurangi penampang basah pipa an menyulitkan pemanasan air dalam ketel. (Alaerts dan Santika, 1987)

3.7.4 Besi (FE)

Air pada umumnya mengandung besi (iron, Fe). Kandungan besi dalam air berasal dari tanah yang memang mengandung banyak kandungan mineral dan logam yang larut dalam air tanah. Besi larut dalam air dalam bentuk fero-oksida. Jenis logam ini, pada konsentrasi tinggi menyebabkan bercak noda kuning kecoklatan untuk besi, yang mengganggu secara estetika. Kandungan logam ini meninggalkan endapan coklat pada pipa, atau alat-alat pabrik lainnya. Air yang mengandung besi atau mangan menyebabkan korosi, penurunan efisiensi, pembentukan kerak, pencemaran rasa dan bau. Sebenarnya tidak terlalu sulit untuk mengurangi atau menghilangkan jenis logam tersebut dari air besi teroksidasi apabila berkontak dengan udara. Besi teroksidasi menjadi feri-oksida yang bisa mengendap. (Marpaung, 2015)

3.7.5 Flow Product

Air demin adalah suatu produk air yang telah mengalami proses pemisahan mineral-mineral yang terkandung di dalamnya atau air yang sudah tidak

mengandung mineral-mineral. Untuk kebutuhan industri, adanya kontaminan atau pencemar berupa bahan mineral dalam air memang menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Dimana keberadaan kontaminan mineral-mineral bisa menimbulkan masalah serius seperti korosi, kerak, hingga carry over. Metode yang sering dilakukan untuk menghasilkan air demin yaitu metode distilasi, reverse osmosis, deionisasi, dan proses setara lainnya (Akbar dkk., 2020)

3.7.6 Flow Reject

Air reject (air limbah) perlu diproses sebelum dibuang ke lingkungan. Air reject yang memiliki salinitas tinggi dapat merusak ekosistem di sekitarnya, terutama untuk air payau di mana tidak ada pilihan untuk melarutkan air reject sebelum dibuang. (Hasnain, 1998) mengusulkan solusi untuk mengatasi masalah ini. Dalam makalah tersebut, sebuah desain sederhana, murah namun efektif diusulkan dengan menggunakan solar stills (pembuat air murni dengan energi surya). Desain ini dapat diterapkan di lokasi manapun yang memiliki cukup sinar matahari.

3.7.7 Recovery Rejection

Recovery pada reverse osmosis adalah persentase jumlah air yang menjadi air hasil. Misalnya *recovery* 60% artinya, hanya 60% air baku yang akan menjadi air hasil (*Permeate*), sementara 40% sisanya akan menjadi air buangan (*rejection*). Jika air baku cukup bagus masuk ke mesin RO, maka air buangan masih bisa memanfaatkan kembali untuk kebutuhan air lainnya. Seperti air mandi, air cuci mobil, air siram tanaman, dll. Air rejection ini bukanlah limbah berbahaya, hanya nilai TDS yang lebih tinggi. Namun apabila menggunakan reverse osmosis untuk pengolahan limbah TDS tinggi, maka pada air concentrate mengandung TDS yang lebih tinggi lagi. Membuang air limbah TDS tinggi ke saluran, pastinya harus memenuhi pengawas lingkungan hidup.. Persentase rejection sistem reverse osmosis membran bekisar 98 – 99%. Ini artinya 98% mineral dalam air akan hilang, hanya tersisa 2%. Apabila ingin menghitung berapa TDS yang akan menjadi air hasil, jawabannya adalah 2% dari TDS air bakunya. (El-Manharawy dan Hafez, 2001)

BAB IV

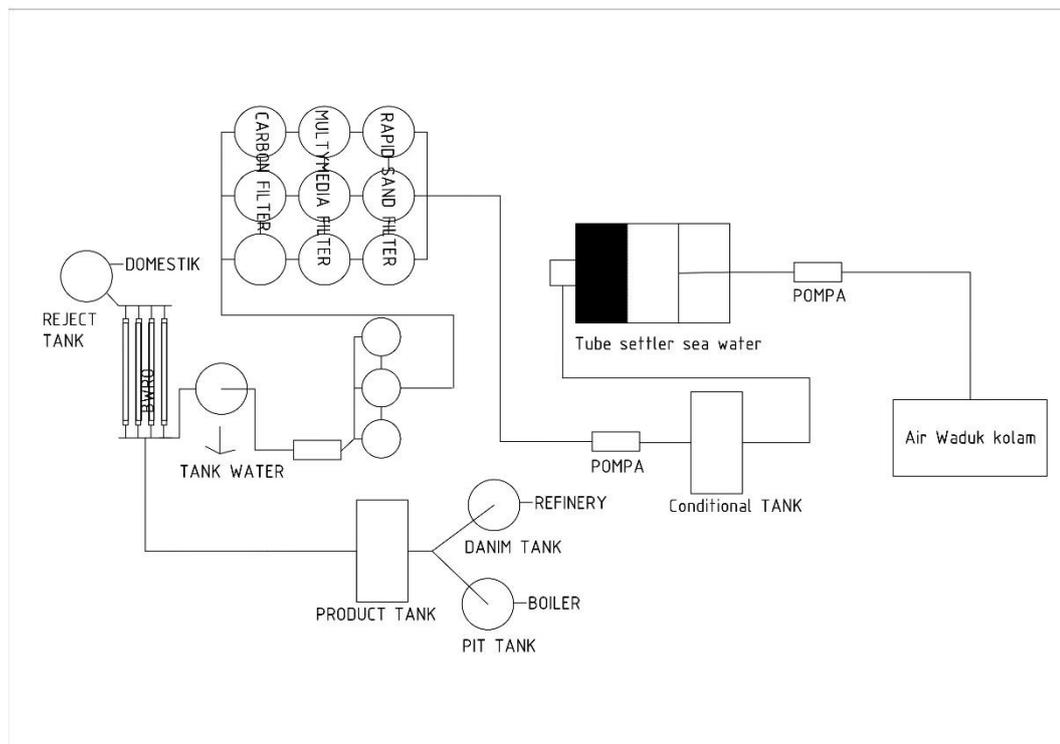
Hasil dan Pembahasan

4.1 BWRO

4.1.1 Sistem Pengoprasian BWRO

Proses pengolahan air dalam sistem ini dimulai dengan memompa air dari sumber air seperti kolam atau waduk menuju tempat penampungan air baku yang disebut Accident Tank. Kapasitas tank ini mencapai 500 ton air. Selanjutnya, air dari accident tank dialirkan ke clarifier tank dengan proses pompakan yang juga melibatkan penginjeksian bahan kimia. Penginjeksian ini dilakukan menggunakan chemical dosing pump dan melibatkan bahan kimia seperti PAC, NaOH, dan flow coolant. Proses ini mengikuti hasil jar test untuk mengoptimalkan kondisi kimia.

Dalam clarifier tank, dilakukan tindakan drain setiap 8 jam sekali selama sekitar 5 menit. Hal ini bertujuan untuk mencegah flok naik ke permukaan clarifier yang bisa mengakibatkan air yang mengalir ke conditioning tank menjadi keruh. Setelah itu, campuran air dan bahan kimia dari clarifier tank dialirkan secara gravitasi menuju conditioning tank. Dari conditioning tank, air kemudian dialirkan melalui serangkaian sand filter, multimedia filter, dan carbon filter untuk proses penyaringan lebih lanjut. Sand filter akan di-backwash jika tekanan naik 0,3 bar atau jika turbidity melebihi batas kontrol (lebih dari 3 NTU) dan warna (colour) melebihi 20 pt.Co. Selanjutnya, air melalui bag filter dan cartridge filter dengan target untuk menjaga turbidity di bawah 1 NTU dan warna di bawah 10 pt.Co. Pergantian saringan cartridge dilakukan jika kualitas air produk melebihi batas kontrol yang diinginkan. Setelah proses penyaringan, air dialirkan ke dalam membrane BWRO (Brackish Water Reverse Osmosis). Pada tahap ini, bahan kimia seperti biocide control (IK-110) dan scale inhibitor (N-300) diinjeksikan ke dalam air sebelum masuk ke membrane. Berikut adalah flowchart pengolahan



Gambar 4. 1 Mekanisme Pengolahan

Sumber : Dokumentasi Lapangan.2022

Pengolahan pretreatment Air dengan TDS tinggi memiliki rasa yang buruk atau tidak enak. Selain itu, perubahan konsentrasi TDS dapat berbahaya karena berhubungan dengan massa jenis air. Jika konsentrasiterlalu tinggi kejernihan air akan menurun (Effendi,2003), Oleh karena itu dilakukan pengolahan *Pre-Treatment* terlebih dahulu untuk mengurangi TDS, Total hardness, Turbidity,dan Warna pada air maka Instalasi Pengolahan Air harus dilengkapi unit pengolahan awal (Pretreatment) dan setelah air baku memenuhi persyaratan dilanjutkan pada unit pengolahan lanjutan (Treatment), yaitu unit reversre osmosis Widayat (2007). Pre-treatment membantu mencegah pencemaran lingkungan dengan menghilangkan kontaminan dan zat-zat berbahaya sebelum air atau limbah dibuang kembali ke lingkungan. Ini memastikan bahwa limbah yang dibuang memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan. Pre-treatment juga dapat membantu menghilangkan bakteri, mikroorganisme patogen, atau bahan berbahaya lainnya yang dapat membahayakan kesehatan pekerja atau masyarakat.



Gambar 4.2 Pengoprasian BWRO

Sumber : Dokumentasi Lapangan.2022

Air hasil dari BWRO ini disimpan dalam tanki penimbunan dan akan didistribusikan ke berbagai keperluan seperti boiler dan refinery,. Sementara air reject dari BWRO dapat digunakan untuk keperluan domestik. Seluruh tahap ini membentuk proses sistematis yang menghasilkan air berkualitas sesuai dengan kebutuhan yang beragam.

4.1.2 Speksifikasi BWRO

Speksifikasi dan konfigurasi sistem BWRO (Brackish Water Reverse Osmosis) sangat penting untuk mendapatkan performa yang diinginkan. Berikut beberapa spesifikasi utama yang perlu diperhatikan untuk mencapai performa yang optimal.

Tabel 4.1 *flow specifications*

Tipe	Recovery %	Permeate Rate	Concentrate Rate	Feed Rate
		m3/d (gpm)	m3/d (gpm)	m3/d (gpm)
SeaPRO E-36	35	500 (92)	929 (170)	1429 (262)
SeaPRO E-36	45	500 (92)	612 (112)	1111 (204)
SeaPRO E-72	35	1000 (183)	1857 (341)	2857 (524)
SeaPRO E-72	45	1000 (183)	1222 (224)	2222 (408)
SeaPRO E-105	35	1500 (275)	2786 (511)	4286 (786)
SeaPRO E-105	45	1500 (275)	1833 (336)	3333 (611)

Spesifikasi aliran mesin yang tercantum di atas didasarkan pada suhu air umpan 25°C (77°F). dan Laju aliran dapat bervariasi $\pm 5\%$. Mesin ini umumnya beroperasi dengan kondisi desain pada tekanan primer 55-64 bar (798-928 psi) dengan penurunan tekanan sebesar 1-2 bar (15-29 psi) melintasi elemen membran. Berikut adalah Spesifikasi mesin desain Reverse Osmosis yang digunakan di PT EUP

Tabel 4.2 Spesifikasi Desain

Parameter	Value
Model	SeaPRO E-105
Dimension	827 x 272 x 230 cm (325.5 x 107 x 90.5)
Approximate Shipping Weight	-
RO Skid	6,174 kg (13,611 lbs)
Enclosure	560 kg (1,234 lbs)
HPP+HPB	2.820 kg (6,217 lbs)
Approximate Operating Weight	12,384 kg (27,302 lbs)

Sumber : Dokumentasi Lapangan.2022

Berat ini mencakup semua komponen utama, seperti membran RO, pompa, filter, tabung tekanan, penukar panas, dan berbagai perangkat pengendali dan instrumen. Berat RO Skid biasanya juga mencakup material pelindung dan struktur penyangga yang digunakan dalam penyusunan unit RO. Persyaratan air umpan berikut harus dipenuhi sebelum menginstal mesin baru untuk memastikan *permeat* berkualitas dan umur elemen membran yang lebih panjang.

Tabel 4.3 *feed water requirements*

Temperature	Minimum: 15°C (59°F)*
	Nominal: 25°C (77°F)
	Maximum: 32°C (90°F)
Inlet Pressure	Minimum: 2 bar(29 psi)
	Maximum: 5 bar (73 psi)
Total Dissolved Solids (TDS)	Maximum: 45,000 ppm
Boron	< 2 ppm
Aluminum	< 0.1 ppm
Iron	< 0.1 ppm
Manganese	< 0.05 ppm
Silt Density Index (SDI)	< 3

Maximum Turbidity	< 1 NTU
TOC	< 3 ppm
Oil & Grease	0 ppm
Chloramines	0 ppm
Operating pH	7.5– 8

Sumber : Dokumentasi Lapangan.2022

Sistem ini akan menghasilkan permeat yang jauh lebih sedikit pada suhu minimum. Jika mesin akan dioperasikan di lokasi yang berbeda dari yang awalnya direncanakan, analisis air untuk ditinjau dan rekomendasi pengoperasian mesin. Kondisi air musiman juga harus dipertimbangkan. Sebelum masuk ke mesin, air umpan harus difilter hingga setidaknya 5 mikron.

Dalam penggunaan membran, perlu diperhatikan bahwa membran tidak boleh mengandung beberapa jenis bahan kimia tertentu. Kehadiran bahan kimia ini dapat menyebabkan hilangnya kemampuan membran untuk melakukan pengurangan dan/atau aliran permeat yang berkelanjutan. Bahan kimia yang harus dihindari termasuk klorin bebas atau total, ozon, minyak dan lemak, senyawa organik, senyawa iodin, germisida kuaterner, surfaktan kationik, serta deterjen yang mengandung surfaktan non-ionik. Oleh karena itu, menjaga agar membran tidak terpapar bahan kimia ini sangat penting untuk memastikan kinerja membran yang optimal dan umur panjangnya.

Mesin SeaPRO E menggunakan elemen membran yang dilapisi dengan Fiberglass Reinforced Plastic (FRP). Berikut adalah element specifications

Tabel 4.4 SUEZ AD-440 membrane element specifications

SUEZ AD-440 membrane element specifications

Outer Cover Material	FRP
Typical Ionic Rejection (TDS)	99.8%
Permeate Flow Rate at 55.2 bar (800 psi)	35.6 m ³ /d (9,400 gpd)
Typical Feedwater Temperature Range	25°C (77°F)
Maximum Feed Water Temperature	45°C (113°F)
Feed Water pH Range, Continuous Operation	02.-11.
Feed Water pH Range, Chemical Cleaning	2.-11
Chlorine Tolerance	< 0.01 ppm
Membrane Area 4	440ft ² (41 m ²)

Sumber : Dokumentasi Lapangan.2022

Reverse Osmosis dijalankan 24 jam operasi pada tekanan 55,2 bar (800 psi), suhu 25°C (77°F), pH 8, dan larutan NaCl sebanyak 32.000 ppm.

Untuk menghitung fluks air hasil Reverse Osmosis (RO) dari spesifikasi membran yang berikan, kita dapat menggunakan rumus:

$$\text{Fluks} = \frac{\text{Permeate Flow Rate}}{A}$$

Di mana:

$$\text{Permeate Flow Rate} = 35.6 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Permeate Flow Rate} = 35.6 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Luas Permukaan Membran RO (A)} = 41 \text{ m}^2$$

Menggantikan nilai-nilai tersebut ke dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{Fluks} &= \frac{35,6 \text{ m}^3/\text{d}}{41 \text{ m}^2} \\ &= 0.869 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, fluks air hasil RO dari membran SUEZ AD-440 sekitar 0.869 meter kubik per hari per meter persegi.

Dengan informasi yang diberikan, yaitu fluks air sebesar 0,869 m³/d/m² dan aliran air hasil (*Permeate*) sebesar 1500 m³/d (atau setara dengan 275 gpd), kita dapat menghitung estimasi fluks zat terlarut (garam) melalui membran RO.

$$\text{Fluks Zat Terlarut} = \text{Fluks Air} \times \text{Aliran Permeate}$$

Di mana:

$$\text{Fluks Air} = 0.869 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$$

$$\text{Fluks Air} = 0.869 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2 \text{ (fluks air).}$$

$$\text{Aliran Permeate} = 1500 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (Aliran Permeate)}$$

$$= 1500 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (aliran air hasil atau Permeate).}$$

$$\text{Fluks Zat Terlarut} = 0.869 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2 \times 1500 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Fluks Zat Terlarut} \approx 1303.5 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^2$$

Jadi, fluks Zat terlarut hasil RO dari membran SUEZ AD-440 sekitar 1303.5 meter kubik per hari per meter persegi

4.2 Kualitas Air

4.2.1 Data Kualitas Air Waduk

Data tentang air payau, termasuk pH, Total Dissolved Solids (TDS), Total Hardness, Turbidity, dan warna, diperoleh melalui proses pengambilan sampel air. Tim yang bertugas akan pergi ke lokasi sumber air payau yang akan diuji, dan mengambil sampel air dari tempat yang mewakili kualitas air secara keseluruhan. Sebelum mengambil sampel, tim akan mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk pengujian, seperti alat pengambil sampel, peralatan pengukuran



Gambar 4.3 Pengambilan Sampel Air Waduk

(Sumber : PT Energi Unggul Persada)

Metode pengambilan sampel dan analisis dilakukan dengan hati-hati. Pengambilan sampel dilakukan di pinggir waduk untuk memastikan representativitas air dari sumbernya. Pengujian TSS, Turbidity, dan Warna dilakukan menggunakan DR 900 dengan sampel sebanyak 25 ml. Sementara itu, pengujian TDS dan pH dilakukan menggunakan peralatan portabel untuk kemudahan dan kecepatan analisis. Pengawasan dan pengujian secara rutin terhadap kualitas air payau sangat penting untuk memastikan keamanan dan ketersediaan air yang memadai untuk berbagai kebutuhan manusia dan lingkungan. Berikut adalah gambar pengambilan sample di PT Energi Unggul Persada



Gambar 4.4 Pengambilan Sampel Air Waduk di PT EUP
(Sumber : PT Energi Unggul Persada)

4.2.2 Analisis Kualitas Air Waduk

Kualitas Air Waduk PT Energi Unggul Persada setelah outlet harus memenuhi standar baku mutu yang berlaku yaitu Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Berikut adalah data hasil uji laboratorium PT.Energi Unggul Persada (EUP).

Tabel 4.5 Data hasil Perbandingan di PT EUP dan PP 22 tahun 2021

Period	Air Waduk									
	pH Unit	BM PP 22 th 2021	TDS ppm	BM PP 22 th 2021	TH ppm	BM PP 22 th 2021	Turbidity NTU	BM PP 22 th 2021	Color Pt.Co	BM Pt.Co
April	7,5	6.-9.	24944	1000	3738	-	12,5	25	44	15
Mei	7,3	6.-9.	24238	1000	3646	-	11,7	25	76	15
Juni	7,7	6.-9.	16457	1000	3835	-	8,7	25	68	15
Rata- Rata	7,5	6.-9.	21880	1000	3739	-	10,99	25	63	15

Sumber : Analisa data, 2022

Dalam penelitian kualitas air waduk, parameter seperti pH, TDS (Total Dissolved Solids), Total Hardness, turbidity (kekeruhan), dan warna telah dibandingkan dengan standar baku mutu PP 22 Tahun 2021 Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Hasil analisis menunjukkan pada bulan April, pH berada dalam batas yang diterima (6-9) namun nilai TDS mencapai 24944 ppm (Part per million), melampaui batas 1000 ppm. Nilai

Kesadahan Total juga tinggi, tanpa batasan baku mutu. Turbidity berada dalam batas yang diizinkan. Pada bulan Mei, pH, TDS, COD, dan warna tidak memenuhi standar,

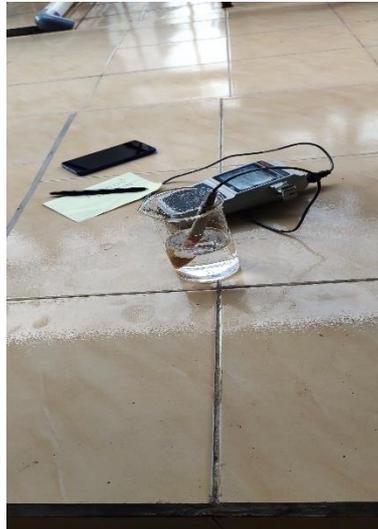
Berdasarkan penelitian Indriatmoko (2006), kualitas air di Kalimantan cenderung mengarah ke air payau jika TDS melampaui 500 ppm, menunjukkan adanya pengaruh dari lingkungan berupa kandungan kapur dan potensi pencemaran organik. Data yang diberikan menunjukkan pH memadai, tetapi TDS, warna, COD, dan turbidity melebihi standar. Oleh karena itu, langkah-langkah diperlukan untuk mengurangi nilai-nilai ini agar sesuai dengan standar baku mutu PP 22 tahun 2021, khususnya pada bulan April, Mei, dan Juni.

4.2.3 Data Kualitas Brackish Water Reverse Osmosis

BWRO (Brackish Water Reverse Osmosis) adalah mesin pengolahan air payau menjadi air tawar dengan beberapa parameter yang perlu diuji untuk memastikan kualitas hasil pengolahan tersebut. Parameter yang diuji meliputi pH, TDS (Total Dissolved Solids), Total Hardness, Turbidity, dan Color. Untuk mengukur pH air hasil pengolahan, dilakukan dengan cara menyiapkan sampel dalam Gelas Beaker dan memasukkan sensor pH Meter ke dalamnya. Kemudian, tunggu hingga angka pH terbaca pada alat pH Meter yang digunakan. Sedangkan untuk mengukur TDS, sampel air hasil pengolahan juga disiapkan dalam Gelas Beaker dan sensor TDS Meter dimasukkan ke dalam sampel. Selanjutnya, tunggu hingga angka TDS terbaca pada alat TDS Meter yang digunakan. Untuk menguji Total Hardness, digunakan metode dengan memasukkan 50 ml sampel air hasil pengolahan ke dalam Gelas Erlenmeyer. Kemudian, tambahkan T-Indicator Hardness dan buffer hardness, aduk hingga berwarna pink. Selanjutnya, tambahkan Hardness Titrant secara perlahan menggunakan pipet ukur hingga warna berubah menjadi biru. Hitung jumlah titrant hardness yang telah digunakan, lalu kalikan dengan 20 untuk mendapatkan nilai Total Hardness.

Turbidity atau kekeruhan dalam air diukur dengan memasukkan sampel sekitar 25 ml ke dalam Sample Cell 25 ml dan melakukan analisis menggunakan alat DR

900. Parameter Color juga diukur dengan cara yang serupa, yaitu memasukkan sampel sekitar 25 ml ke dalam Sample Cell 25 ml dan melakukan analisis menggunakan alat DR 900.



Gambar 4.5 pengambilan data Kualitas BWRO
(Sumber : PT Energi Unggul Persada)

Data hasil pengolahan air payau ini diperoleh melalui analisis yang dilakukan di laboratorium Air EUP. Pengambilan sampel air payau dilakukan di pinggir waduk sebagai representasi kualitas air dari sumbernya. Pengujian laboratorium menggunakan berbagai alat seperti pH Meter Portabel, TDS Meter Portabel (Thermo Scientific), alat DR 900 untuk pengukuran turbidity dan color, serta alat lain seperti Gelas Beaker, Gelas Enlenmeyer, Tabung analisa (Sample Cell 25 ml), dan lainnya. Pengambilan sampel dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan representativitas hasil analisis. Data-data ini menjadi penting untuk memastikan kualitas air hasil pengolahan BWRO sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Dengan hasil analisis tersebut, perusahaan dapat memastikan bahwa mesin BWRO berfungsi dengan baik dan menghasilkan air tawar berkualitas tinggi yang siap digunakan untuk berbagai keperluan industri kelapa sawit atau keperluan air minum yang aman bagi masyarakat. Berikut daftar standar pengambilan sampel dan standar uji laboratorium

4.2.4 Analisis Kualitas BWRO

Kualitas air hasil BWRO PT Energi Unggul Persada setelah outlet harus memenuhi standar baku mutu yang berlaku yaitu Permenkes No. 22 Tahun 2023 Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Berikut adalah data hasil uji laboratorium PT. Energi Unggul Persada (EUP).

Tabel 4.6 Data hasil Perbandingan pH BWRO di PT EUP dan Menkes No 2

Period	PH	BM
	Unit	Permenkes 2 tahun 2023 Unit
April	7,25	6,5-8,5
Mei	7,52	6,5-8,5
Juni	7,78	6,5-8,5
Rata-Rata	7,52	6,5-8,5

Sumber : Analisa data, 2023

Data hasil penelitian dapat dikatakan bahwa kadar pH dalam air larutan selama periode tersebut (April hingga Juni) berada dalam rentang yang diizinkan oleh Baku mutu Permenkes nomor 2 tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. selain pH, TDS (Total Dissolved Solids) adalah parameter penting dalam menganalisis kualitas air atau larutan. TDS dalam BWRO dihasilkan menjadi dua bagian TDS feed yaitu TDS sebelum diolah dari Reverse Osmosis tetapi sudah melewati Pengolahan pertama atau Pre-Treatment. dan TDS hasil Olahan adalah TDS yang sudah melewati BWRO. Berikut adalah parameter TDS feed yang di bandingkan dengan permenkes no 2 tahun 2023 dan dengan Standar reverse osmosis

Tabel 4. 7 Perbandingan air BWRO dengan Standar RO dan Permenkes No 2 tahun 2023

Period	(Widayat,2005)		BM Permenkes 2 tahun 2023
	TDS Feed ppm	TDS Feed ppm	
April	492,8	12000	300
Mei	445,48	12000	300
Juni	363,56	12000	300
Rata-Rata	434	12000	300

Sumber : Analisa data, 2023

Dari data yang diberikan, terlihat nilai TDS feed dalam ppm (part per million) selama periode April hingga Juni lebih rendah dari pada batas maksimum reverse osmosis, tetapi tidak dengan yang ditetapkan dalam permenkes 2 tahun 2023 dalam ppm. Nilai rata-rata TDS feed selama periode tersebut adalah 434 ppm. Dan untuk TDS hasil olahan adalah berikut tabel nya.

Tabel 4. 8 Perbandingan TDS Olahan BWRO dengan Standar RO dan Permenkes No 2 tahun 2023

Period	(Widayat,2005)		BM Permenkes 2 tahun 2023
	TDS Hasil ppm	TDS Hasil ppm	
April	55,92	50	300
Mei	49,7	50	300
Juni	43,5	50	300
Rata-Rata	49,71	50	300

Sumber : Analisa data, 2023

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan data yang diberikan, nilai-nilai TDS Hasil tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan oleh Permenkes 2 tahun 2023 (300 ppm). Tetapi melebihi batas maksimum standar Reverse Osmosis. Ini bisa mengindikasikan bahwa ada masalah dalam proses yang menghasilkan konsentrasi TDS yang tinggi pada bulan April, Rata-rata nilai TDS Hasil selama periode tersebut adalah 49,71 ppm, yang juga tidak melebihi nilai batas maksimum. tingginya TDS Juga disebabkan oleh adanya pengadukan yang disebabkan hujan

(Saputra, 2017) tanki product yang terbuka dengan curah hujan rata rata pada bulan April yang tinggi berpengaruh juga terhadap TDS air hasil olahan BWRO yang tinggi.

Kesadahan pada prinsipnya adalah terkontaminasi air dengan unsur kation seperti Na, Ca, Mg. didalam kesadahan yang paling banyak dijumpai adalah air laut. Pada air tawar permukaan umumnya kandungan Ca dan Mg dalam kadar yang tinggi (>200 ppm) CaCO₃. . Kesadahan tetap akan lebih permanen di dalam air (Asmadi dkk, 2011). Kesadahan total adalah yang disebabkan oleh adanya ion Ca dan Mg secara bersama-sama. Kesadahan dapat menyebabkan sabun pembersih menjadi tidak efektif (Sutrisno dan Suciastuti, 2010). Berikut adalah data kesadahan total yang berada pada hasil olahan BWRO (Brackish Water Reverse Osmosis)

Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil BWRO dengan Standar RO dan Permenkes No 2 tahun 2023

Period	(Widayat,2005)		
	Total Hardnes	Total Hardnes	BM Permenkes 2 tahun 2023
	ppm	ppm	ppm
April	0	1	0,5
Mei	0	1	0,5
Juni	3	1	0,5
Rata-Rata	1,00	1	0,5

Sumber : Analisa data, 2023

Dari data yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa berdasarkan data yang Anda berikan, nilai-nilai Total Hardness pada bulan April dan Mei berada di bawah batas maksimum yang diizinkan oleh Permenkes 2 tahun 2023 (0,5 ppm). Namun, pada bulan Juni, nilai Total Hardness melebihi batas maksimum. air hujan tersebut terkontaminasi dengan unsur kation yang banyak di jumpai pada air laut. (Astuti, 2016)

4.3 Analisis tingkat efisiensi sistem *Reverse Osmosis*

Analisis tingkat efisiensi sistem Reverse Osmosis (RO) bertujuan untuk mengevaluasi seberapa baik sistem RO bekerja dalam menghasilkan air bersih dan menghilangkan kontaminan dari air umpan. Berikut adalah beberapa parameter yang digunakan untuk melakukan analisis efisiensi sistem RO:

Tabel 4.10 Tingkat Efisiensi Reverse Osmosis

BWRO				
Flow Feed	Flow Product	Flow Reject	Recovery	Salt Rejection
ton/jam	ton/jam	ton/jam	%	%
65,17	47,17	17,79	72,38	88,65
68	50	18	73,53	88,84
67,24	50	18	74,36	88,03
66,80	49	17,93	73,42	88,51

Sumber : Analisa data, 2022

a. *Recovery* (Pemulihan):

jumlah air umpan yang masuk ke sistem RO pada PT Energi Unggul Persada adalah 63 ton/jam, maka untuk menghitung jumlah air produk yang dihasilkan: Untuk menghitung persentase *recovery*. Perlu memasukkan nilai yang tepat ke dalam rumus berikut:

$$\text{Recovery (\%)} = (\text{Jumlah Air Produk} / \text{Jumlah Air Umpan}) \times 100$$

Jumlah Air Produk (Flow Product) = 47,17 ton/jam

Jumlah Air Umpan (Flow Feed) = 65,17 ton/jam

$$\begin{aligned} \text{Recovery (\%)} &= (47,17 \text{ ton/jam} / 65,17 \text{ ton/jam}) \times 100 \\ &= 0,7238 \times 100 \\ &= 72,38\% \end{aligned}$$

Jadi, dengan tingkat *recovery* sebesar 72,38%, sistem RO akan menghasilkan sebanyak 72,38 liter air produk dari total 100 liter air umpan yang masuk. Sisanya, sekitar 27,62 liter, merupakan air reject (air yang tidak melalui proses RO dan dibuang).

b. Salt Rejection

Untuk menghitung tingkat penghilangan garam atau salt rejection pada sistem Reverse Osmosis (RO), diperlukan data mengenai konsentrasi garam pada air umpan (feed water) dan air produk (*Permeate*). Rumus untuk menghitung salt rejection adalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Pengambilan Sampel TDS BWRO

TDS			
ppm	Max 50 ppm	TDS Feed	Max 1500 ppm
55,92	50	492,8	1500
49,7	50	445,48	1500
43,5	50	363,56	1500
49,71	50	434	1500

$$\text{Salt Rejection (\%)} = [(\text{TDS Feed} - \text{TDS Permeate}) / \text{TDS Feed}] \times 100$$

Keterangan:

- TDS Feed adalah konsentrasi total dissolved solids (TDS) pada air umpan (dalam ppm).
- TDS *Permeate* adalah konsentrasi total dissolved solids (TDS) pada air produk (*Permeate*) yang dihasilkan oleh sistem RO (dalam ppm).

Dalam contoh ini:

TDS Feed (Kadar TDS pada air umpan) = 492,8 ppm

TDS Product (Kadar TDS pada air produk) = 55,92ppm

Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Salt Rejection (\%)} &= [(492,8 - 55,92) / 492,8] \times 100 \text{ Salt Rejection (\%)} \\ &= (436,88 / 492,8) \times 100 \text{ Salt Rejection (\%)} \\ &= 0,8865 \times 100 \text{ Salt Rejection (\%)} \\ &= 88,65\% \end{aligned}$$

Jadi, persentase Salt Rejection dalam contoh ini adalah sekitar 88,65%

c. Perbandingan Air Product dan Air Reject

Untuk menghitung perbandingan antara air produk (*recovery*) dan air limbah (reject) pada sistem Reverse Osmosis, dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Perbandingan Air Produk dan Air Limbah} = \text{Flow Product} / \text{Flow Reject}$$

Dalam contoh yang diberikan sebelumnya:

- Flow Product (debit air produk) = 47,17 ton/jam
- Flow Reject (debit air limbah) = 17,79 ton/jam

Perhitungan

- Perbandingan Air Produk dan Air Limbah = $\frac{47,17 \text{ ton/jam}}{17,79 \text{ ton/jam}}$
- Perbandingan Air Produk dan Air Limbah = 2,65

Jadi, perbandingan antara air produk dan air limbah (reject) pada sistem Reverse Osmosis adalah 2,65. Ini berarti bahwa untuk setiap 2,65 ton air yang diproduksi, 1 ton air limbah dihasilkan. Secara umum, semakin tinggi perbandingan air produk dan air limbah, semakin efisien sistem Reverse osmosis merupakan metode efektif dalam pemurnian air yang mampu menghilangkan beragam zat terlarut dan partikel tersuspensi, termasuk bakteri, dalam air. Teknologi ini memiliki aplikasi luas baik dalam sektor industri maupun produksi air minum. Prosesnya melibatkan penggunaan membran semipermeabel yang memungkinkan air melewati sementara menghalangi zat-zat terlarut. Keuntungan utama dari sistem reverse osmosis adalah semakin tingginya rasio produksi air bersih terhadap limbah yang dihasilkan. Semakin tinggi rasio ini, semakin baik kinerja sistem reverse osmosis dalam menyediakan air berkualitas tinggi dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. (Andina, 2017) Namun, perlu diingat bahwa efisiensi sistem Reverse Osmosis juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lain seperti tekanan, kualitas air umpan (feed water), suhu, dan keausan membran. Oleh karena itu, perbandingan air produk dan air limbah harus dianalisis bersamaan dengan parameter lainnya untuk mendapatkan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap performa sistem Reverse Osmosis.

4.4 Perhitungan Biaya Operasional/ Perawatan

Setiap perusahaan besar tentunya memerlukan biaya dan akan selalu mengeluarkan biaya operasional dalam menjalankan kegiatannya seperti pengoperasian mesin, peralatan dan perangkat lainnya. Biaya operasional adalah suatu bentuk pengorbanan yang wajib dikeluarkan agar proses produksi atau kegiatan perusahaan dapat terus bergerak. Biasanya pengorbanan tersebut akan tertulis dalam bentuk satuan uang yang menunjang biaya sehari-hari, tentunya juga biaya ini dilaporkan dalam laporan laba rugi. Berikut ini adalah tabel biaya operasional/perawatan di PT. Energi Unggul Persada Unit Tanjung Pura.

Tabel 4.12 Harga Bahan Kimia Injeksi Water Treatment

No	Nama Chemical	Satuan	Harga
1	PAC	Kg	Rp50.000
2	NaOH	Kg	Rp8.800
3	Flow Coolant	Kg	Rp80.000

Tabel 4.13 Harga CIP Chemical (Clean In Part)

No	CIP Chemical (Cleaning Membran RO/3 Bulan)					
	Product	Fungsi	Dosis (%)	Pemakaian/kali(KG)	Stok/6bulan (KG)	Harga (Rp)
1	M-71	Alkaline Cleaner	2	225	450	22.000
2	M-74	Cleaner Booster	0,8	100	200	120.000
3	M- 402	Biocide Cleaner	0,04	4	25	50.800
4	M-76	Accid Cleaner	2	225	450	35.800

Analisis Penggunaan CIP Chemical (Cleaning Membran RO/3 Bulan):

M-71 (Alkaline Cleaner):

- Fungsi: Alkaline Cleaner digunakan untuk membersihkan dan menghilangkan lapisan kerak mineral pada membran Reverse Osmosis.
- Dosis: 2% dari total volume CIP (Cleaning in Place) yang digunakan.
- Pemakaian/kali: 225 kg CIP Chemical dibutuhkan setiap kali membersihkan membran RO.
- Stok/6 bulan: Terdapat stok sebanyak 450 kg untuk digunakan dalam 6 bulan ke depan.
- Harga: Harga per kg M-71 adalah Rp 22.000.

M-74 (Cleaner Booster):

- Fungsi: Cleaner Booster digunakan sebagai penguat daya pembersih pada proses CIP membran RO.
- Dosis: 0,8% dari total volume CIP yang digunakan.
- Pemakaian/kali: 100 kg CIP Chemical dibutuhkan setiap kali melakukan proses CIP.

- Stok/6 bulan: Terdapat stok sebanyak 200 kg untuk digunakan dalam 6 bulan ke depan.
- Harga: Harga per kg M-74 adalah Rp 120.000.

M-402 (Biocide Cleaner):

- Fungsi: Biocide Cleaner berfungsi untuk membunuh mikroorganisme dan mencegah pertumbuhan bakteri pada membran RO.
- Dosis: 0,04% dari total volume CIP yang digunakan.
- Pemakaian/kali: 4 kg CIP Chemical dibutuhkan setiap kali melakukan proses CIP.
- Stok/6 bulan: Terdapat stok sebanyak 25 kg untuk digunakan dalam 6 bulan ke depan.
- Harga: Harga per kg M-402 adalah Rp 50.800.

M-76 (Acid Cleaner):

- Fungsi: Acid Cleaner digunakan untuk membersihkan dan menghilangkan lapisan kerak asam pada membran RO.
- Dosis: 2% dari total volume CIP yang digunakan.
- Pemakaian/kali: 225 kg CIP Chemical dibutuhkan setiap kali melakukan proses CIP.
- Stok/6 bulan: Terdapat stok sebanyak 450 kg untuk digunakan dalam 6 bulan ke depan.
- Harga: Harga per kg M-76 adalah Rp 35.800.

Dengan adanya data ini, perusahaan dapat merencanakan dan mengatur pemakaian CIP Chemical secara efisien dalam proses cleaning membran Reverse Osmosis (RO) agar membran tetap dalam kondisi optimal dan efisiensi operasional RO dapat dijaga dengan baik. Selain itu, pemantauan dan manajemen stok juga penting untuk memastikan kelancaran operasional pengolahan air dengan RO.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil evaluasi pada pembahasan sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sumber air payau di PT Energi unggul persada berasal dari waduk atau danau buatan yang berada di PT EUP itu sendiri dengan titik kordinat latitude 0.489151° dan longtitude 108.911795°
2. Secara keseluruhan, Reverse Osmosis (RO) adalah teknik pengolahan air yang vital dalam mengubah air payau atau air laut menjadi air yang aman dan layak konsumsi. Dengan memanfaatkan membran semi-permeabel, RO menghilangkan garam, mineral, dan kontaminan lainnya, menghasilkan air bersih yang digunakan dalam berbagai aplikasi. Meskipun proses ini efektif, perawatan teratur dan energi yang diperlukan menjadi pertimbangan penting dalam mempertahankan kualitas dan kinerja optimal dari metode pengolahan ini.
3. analisis data operasional sistem Reverse Osmosis (BWRO) selama periode yang diamati menunjukkan performa yang baik dan konsisten. Dalam rentang waktu April hingga Juni, parameter penting seperti pH, Total Dissolved Solids (TDS), dan Total Hardness tetap berada dalam batas yang telah ditetapkan oleh standar kualitas.
4. Data operasional sistem Reverse Osmosis (BWRO) pada PT Energi Unggul Persada menunjukkan hasil positif. Dalam periode pengamatan, pemulihan air mencapai 72,38%, sementara penghilangan garam mencapai 88,65%. Perbandingan antara air produk dan air limbah adalah 2,65, menunjukkan efisiensi dalam menghasilkan air bersih. Meskipun efektivitas RO dipengaruhi oleh beberapa faktor, teknologi ini tetap menjadi solusi efektif dalam penyediaan air berkualitas tinggi dengan dampak lingkungan yang lebih rendah.

5.2 Saran

Berdasarkan pengamatan pada saat kerja praktik, maka penulis merekomendasikan berupa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan unit secara berkala untuk menjaga kinerja unit pengolahan dan mencegah unit pengolahan agar tidak rusak
2. Pilih membran RO yang sesuai dengan karakteristik air payau dan kebutuhan pengolahan. Membran dengan tingkat penghilangan garam dan kualitas yang baik sangat penting.
3. Pastikan adanya rencana penanganan untuk air reject stream (air limbah) yang dihasilkan oleh RO. Ini dapat melibatkan pengolahan lebih lanjut atau pembuangan yang sesuai.
4. Pastikan tim operasional terlatih dalam mengoperasikan, memantau, dan menjaga sistem RO. Pengetahuan yang baik akan membantu dalam mengatasi masalah secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D. R., Kuspambudijaya, A. D., dan Utami, I. (2020). Demineralisasi air ac dengan membrane reverse osmosis. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(1), 28-33.
- Al-Karaghoul, A., dan Kazmerski, L. L. (2013). Energy consumption and water production cost of conventional and renewable-energy-powered desalination processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 343-356. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.064>
- Alaerts, G., dan Santika, S. S. (1987). Metoda penelitian air. *Surabaya: Usaha Nasional*, 309.
- Andina, K. (2017). Pemisahan Minyak/Air dengan Teknologi Membran dalam Pengolahan Air Limbah. *Bandung Institute of Technology, February*.
- Ariyanti, D., dan Widiasta, I. N. (2011). Aplikasi teknologi Reverse Osmosis untuk pemurnian air skala rumah tangga. *Teknik*, 32(3), 193-197.
- Effendy, H. (2003). Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. *Kanisius. Yogyakarta*, 258.
- El-Manharawy, S., dan Hafez, A. (2001). Water type and guidelines for RO system design. *Desalination*, 139(1-3), 97-113.
- ERISKA, Y. O. (2019). *PENURUNAN TOTAL DISSOLVED SOLID (TDS) DAN KEKERUHAN (TURBIDITY) MENGGUNAKAN UNIT REVERSE OSMOSIS (RO) PADA SISTEM PENGOLAHAN AIR MINUM*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Greenlee, L. F., Lawler, D. F., Freeman, B. D., Marrot, B., dan Moulin, P. (2009). Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges. *Water Research*, 43(9), 2317-2348. doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.03.010>
- Hasnain, S. (1998). Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: heat storage materials and techniques. *Energy conversion and management*, 39(11), 1127-1138.
- Indriatmoko, R. H. (2006). Pendugaan Potensi Air Tanah Wilayah Pesisir Kabupaten Pasir Kalimantan Timur. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1).
- ISMARENI, P. (2020). *PENGOLAHAN AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH (Ditinjau dari Ukuran Zeolit Teraktivasi dan Konsentrasi Asam Klorida)*. POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
- Löwenberg, J., Baum, J. A., Zimmermann, Y.-S., Groot, C., van den Broek, W., dan Wintgens, T. (2015). Comparison of pre-treatment technologies towards improving reverse osmosis desalination of cooling tower blow down. *Desalination*, 357, 140-149. doi:<https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.11.018>
- Marpaung, T. A. (2015). *Pengaruh Ferri Sulfat dan Zeolit dalam Proses Penurunan Kadar Besi dan Mangan di dalam Air Gambut dengan Metode Elektrokoagulasi*. Universitas Sumatera Utara.
- Melinia, L. A., Naibaho, M., Endah Puspita, R., dan Ginting, M. (2023). Indonesian Physical Review. *cancer*, 12, 13.
- Padilla, A. P., dan Tavani, E. L. (1999). Treatment of an industrial effluent by reverse osmosis. *Desalination*, 126(1-3), 219-226.

- Samaei, S. M., Gato-Trinidad, S., dan Altaee, A. (2020). Performance evaluation of reverse osmosis process in the post-treatment of mining wastewaters: Case study of Costerfield mining operations, Victoria, Australia. *Journal of Water Process Engineering*, 34, 101116.
- Saputra, R. (2018). *PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN KONSENTRASI AIR PAYAU TERHADAP REJEKSI MEMBRAN REVERSE OSMOSIS*. UNIVERSITAS BOSOWA.
- Sari, D. A. P., Madonna, S., dan Fairus, S. (2016). Penjernihan Air Sungai Epicentrum dengan Metoda Reverse Osmosis.
- Simatupang, D. F., dan Ramadhani, R. (2021). Penentuan Kebutuhan Injeksi Ammonia untuk Meningkatkan pH pada Air Umpan Boiler: Studi Kasus di PT. XYZ Sumatera Utara. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(5), 187-191.
- Smock, R. (1982). Boiler suppliers ask for investigation of secret, illegal foreign financing deals. *Electr. Light Power;(United States)*, 60(1).
- Suttayakul, P., Aran, H., Suksaroj, C., Mungkalasiri, J., Wisansuwannakorn, R., dan Musikavong, C. (2016). Water footprints of products of oil palm plantations and palm oil mills in Thailand. *Science of the Total Environment*, 542, 521-529.
- Utari, D. A. (2019). Pengolahan Air Tanah Menjadi Air Minum Dalam Kemasan Melalui Proses Reverse Osmosis.
- Widayat, W. (2007). Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Asin Desa Tarupa Kecamatan Taka Bonerate kabupaten Selayar. *Jurnal Air Indonesia*, 3(1).
- Winarna, H. S., Yusuf, M., dan Sumaryanto, E. (2014). Pertumbuhan tanaman kelapa sawit di lahan pasang surut. *Jurnal Pertanian Tropik E-ISSN No, 2356*, 4725.
- Al-Karaghoul and L. L. Kazmerski, "Energy consumption and water production cost of conventional and renewable-energy-powered desalination processes," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 24, pp. 343– 356, 2013.
- El-Manharawy S, Hafez A. Water type and guidelines for RO system design. *Desalination* 2001;139:97–113

LAMPIRAN 1

Tabel 4.1 *flow specifications*

Tipe	Recovery %	Permeate Rate	Concentrate Rate	Feed Rate
		m3/d (gpm)	m3/d (gpm)	m3/d (gpm)
SeaPRO E-36	35	500 (92)	929 (170)	1429 (262)
SeaPRO E-36	45	500 (92)	612 (112)	1111 (204)
SeaPRO E-72	35	1000 (183)	1857 (341)	2857 (524)
SeaPRO E-72	45	1000 (183)	1222 (224)	2222 (408)
SeaPRO E-105	35	1500 (275)	2786 (511)	4286 (786)
SeaPRO E-105	45	1500 (275)	1833 (336)	3333 (611)

Tabel 4.2 Data hasil Perbandingan di PT EUP dan PP 22 tahun 2021

Period	Air Waduk									
	pH	BM	TDS	BM	Total Hardnes		Turbidity	BM	Color	BM
	Unit	Menkes 492	ppm	Menkes 492	ppm	Menkes 492	NTU	Menkes 492	Pt.Co	Pt.Co
April	7,5	6,5-8,5	2494	500	3738	-	12,5	5	44	30
Mei	7,3	6,5-8,6	2423	500	3646	-	11,7	5	76	30
Juni	7,7	6,5-8,7	1645	500	3835	-	8,7	5	68	30
Rata-Rata	7,5		2187		3739		10,99		63	

Tabel 4.3 Data hasil Perbandingan di PT EUP dan PP 22 tahun 2021

Period	BWRO								
	pH			TDS				Total Hardnes	
	Unit	Min 6,0	Max 9,0	ppm	Max 50 ppm	TDS Feed	Max 1500 ppm		Max 1 ppm
April	7,25	6	9	55,92	50	492,8	1500	0	1
Mei	7,52	6	9	49,7	50	445,48	1500	0	1
Juni	7,78	6	9	43,5	50	363,56	1500	3	1
Rata-Rata	7,52	6	9	49,71	50	434	1500	1	1

Tabel 4.4 Tingkat Efisiensi Reverse Osmosis

BWRO				
Flow Feed ton/jam	Flow Product ton/jam	Flow Reject ton/jam	Recovery %	Salt Rejection %
65,17	47,17	17,79	72,38	88,65
68	50	18	73,53	88,84
67,24	50	18	74,36	88,03
66,80	49	17,93	73,42	88,51

Tabel 4.5 Harga Bahan Kimia Injeksi Water Treatment

No	Nama Chemical	Satuan	Harga
1	PAC	Kg	Rp50.000
2	NaOH	Kg	Rp8.800
3	Flow Coolant	Kg	Rp80.000

Tabel 4.6 Harga CIP Chemical (*Clean In Part*)

No	CIP Chemical (Cleaning Membran RO/3 Bulan)					
	Product	Fungsi	Dosis (%)	Pemakaian/kali(KG)	Stok/6bulan (KG)	Harga (Rp)
1	M-71	Alkaline Cleaner	2	225	450	22.000
2	M-74	Cleaner Booster	0,8	100	200	120.000
3	M- 402	Biocide Cleaner	0,04	4	25	50.800
4	M-76	Accid Cleaner	2	225	450	35.800

LAMPIRAN 2

DOKUMENTASI KEGIATAN



