

LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN
ANALISIS *PERFORMANCE RATIO* DESALINATION PLANT DI PLTGU BLOK PT. PJB UP. MUARA
KARANG
(1 Maret 2016 - 31 Maret 2016)



OLEH :

Muamar

1512049

Faisal Islam Muqoddas

1512050

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER

POLITEKNIK STMI JAKARTA

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN

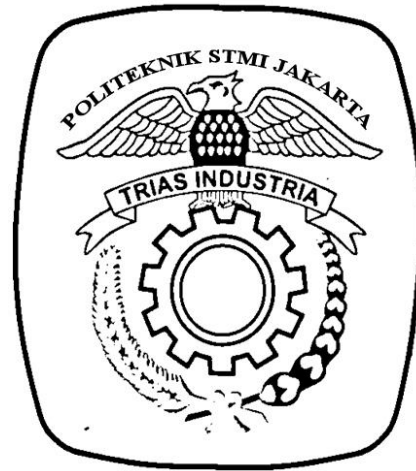
2016

LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

***ANALISIS PERFORMANCE RATIO DESALINATION PLANT* DI PLTGU BLOK 2 PT. PJB UP. MUARA**

KARANG

(1 Maret 2016 – 31 Maret 2016)



OLEH :

Muamar

1512049

Faisal Islam Muqoddas

1512050

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
2016
LEMBAR PENGESAHAN
POLITEKNIK STMI JAKARTA
d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK
INDONESIA

JUDUL : ANALISIS *PERFORMANCE RATIO*
DESALINATION PLANT PLTGU BLOK 2
PT. PJB UP. MUARA KARANG

DISUSUN OLEH :

NAMA/ NIM : MUAMAR (1512049)
FAISAL ISLAM MUQODDAS (1512050)

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah Diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknik Kimia Polimer
Politeknik STMI Jakarta pada hari Senin, 15 Agustus 2016

Jakarta, 18 Agustus 2016

Pembimbing

Ir. Roosmariharso, MBA

NIP. 195405231980031004

Penguji,

Penguji

Dr. Ir. Agus Mundiyo

NIP. 195403281982031003

Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng

NIP. 1985011201402201

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Muamar
NIM : 1512049
Program Studi : TEKNIK KIMIA POLIMER

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

ANALISIS PERFORMANCE RATIO
DESALINATION PLANT PLTGU BLOK 2
PT. PJB UP. MUARA KARANG

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/ Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Juni 2016
Yang Membuat Pernyataan

Muamar

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Faisal Islam Muqoddas
NIM : 1512050
Program Studi : TEKNIK KIMIA POLIMER

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

ANALISIS PERFORMANCE RATIO
DESALINATION PLANT PLTGU BLOK 2
PT. PJB UP. MUARA KARANG

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.

- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/ Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi, pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Juni 2016
Yang Membuat Pernyataan

Faisal Islam Muqoddas

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH. SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan ijazah Ahli Madya pada Program Studi Diploma-4 Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta. Dalam penulisan laporan penelitian ini, penulis banyak mengalami kesulitan karena kemampuan yang terbatas, tetapi atas bantuan, bimbingan dan dorongan serta semangat yang

diberikan dari berbagai pihak kepada penulis maka penulisan laporan penelitian ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Segenap keluarga yang telah memberikan perhatian, semangat, motivasi, saran, serta doa yang tiada kunjung henti kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
3. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku dosen pembimbing dan Ketua Jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
4. Ibu Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
5. Bapak Dr. Ir. Agus Mundiyo selaku penguji seminar karya ilmiah ini.
6. Ilham dan Bagus dari STTPLN selaku rekan penelitian bersama.
7. Keluarga M.Faisal H.D yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh operator desalinasi PLTGU Blok 2 dan seluruh karyawan PT. PJB UP Muara Karang Jakarta, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menyempurnakan laporan ini dan melaksanakan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan.

Jakarta, Juni 2016

Penulis

ABSTRAK

Hingga saat ini Indonesia masih mengalami krisis energi. Salah satu usaha yang telah dilakukan Pemerintah adalah meluncurkan program 35.000 MW dengan membangun berbagai fasilitas pembangkit listrik yang baru dan mengoptimalkan pembangkit yang ada. Adapun didalam siklus PLTGU membutuhkan air demineralisasi yang diperoleh dari air laut yang dihilangkan kadar garamnya, maka peran *desalination plant* sangat dibutuhkan untuk menyediakan *raw water* (air laut yang dihilangkan kadar garamnya). Rasio Kinerja (*Performance Ratio*) merupakan tolak ukur atau parameter pada unit desalinasi yang menunjukkan nilai efisiensi kinerja mesin desalinasi UP. Muara Karang, dimana kondensat sebagai produk (*output*) dan total laju alir *steam* sebagai energi (*input*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rasio kinerja (*performance ratio*) desalinasi PLTGU blok 2 unit A dan B PT. PJB UP. Muara Karang, Jakarta serta mengetahui parameter-parameter *input* yang paling berpengaruh dalam penurunan/ kenaikan nilai rasio kinerja . Penelitian ini menggunakan metode *Human Machine Interface* (HMI). Hasil penelitian menunjukan bahwa rasio kinerja (*performance ratio*) pada desalinasi PLTGU blok 2 unit A PT. PJB UP Muara Karang pada bulan Maret 2016 mencapai rata-rata perbulan sebesar 7,45, sedangkan desalinasi PLTGU blok 2 unit B PT. PJB UP Muara Karang bulan Maret 2016 hanya sebesar 2,38.

Kata kunci : air laut, *desalination plant*, rasio kinerja (*performance ratio*), *raw water*, PLTGU.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	15
DAFTAR GAMBAR	16
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Desalination Plant</i>	5
2.2. <i>Multi Effect Distillation (MED)</i>	6
2.3. <i>Vapour Compression Method</i>	7

2.4. <i>Desalination</i> PLTGU Blok 2 UP.Muara Karang	8
2.4.1. Evaporasi.....	11
2.4.2. Kondensasi	12
2.4.3. Injeksi <i>Anti Scale (Scale Inhibitor)</i> dan <i>Anti Foam</i>	14
2.4.4. Prinsip Operasi	16
2.5. Analisis <i>Performance Ratio</i>	18
BAB III_ <u>METODOLOGI PENELITIAN</u>	23
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3. Variabel	24
3.4. Prosedur Penelitian.....	25
3.5. Metode Analisa HMI.....	26
3.6. Prosedur Analisis Rasio Kinerja (<i>Performance Ratio</i>)	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Hasil Penelitian	29
4.2. Pembahasan	31

BAB V	PENUTUP	47
	5.1. Kesimpulan	47
	5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Desalination Plant</i> PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B	8
Tabel 4.1 Hasil Indikator-Indikator Rasio Kinerja Unit A Bulan Maret 2016	30
Table 4.3 Hasil Indikator-Indikator Rasio Kinerja Unit B Bulan Maret 2016	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi Proses Desalinasi Air laut	5
Gambar 2.2. <i>Flow Diagram</i> Desalinasi Air Laut <i>Multi Effect Distillation</i>	7
Gambar 2.3. <i>Flow Diagram</i> Proses <i>Vapour Compression Method</i>	8
Gambar 2.4. MED-TVC 4 <i>Effect</i>	9
Gambar 2.5. Perbandingan <i>Cooling Water Flow Rate</i> dan Tekanan Kondensor..	13
Gambar 2.6. Perbandingan <i>Pressure Kondensor & Temperature Cooling Water</i>	13
Gambar 3.1. Diagram Blok Penelitian	25
Gambar 4.1. Tekanan <i>Steam Main Ejector</i> Unit 1A	31
Gambar 4.2. Total Produk Air Desalinasi Unit 1A	32
Gambar 4.3. <i>Gross Output</i> Air Desalinasi Unit 1A	33
Gambar 4.4. Laju Alir <i>Steam Main Ejector</i> Unit 1A	33
Gambar 4.5. <i>Net Output of Product</i> Desalinasi Unit 1A	34
Gambar 4.6. Total Laju Alir <i>Steam</i> Desalinasi Unit 1A	35
Gambar 4.7. TDS Air Produk Desalinasi Unit 1A	35
Gambar 4.8. Temperatur Air Produk Desalinasi Unit 1A	36
Gambar 4.9. Tekanan Uap <i>1st Vent Ejector</i> Unit 1A	37
Gambar 4.10. Tekanan Uap <i>2nd Vent Ejector</i> Unit 1A	37
Gambar 4.11. Laju Alir Uap <i>1st and 2nd Ejector</i> Unit 1A	38
Gambar 4.12. Tekanan <i>Steam Main Ejector</i> Unit 1B	39
Gambar 4.13. Total Produk Air Desalinasi Unit 1B	39
Gambar 4.14. <i>Gross Output</i> Air Desalinasi Unit 1B	40
Gambar 4.15. Laju Alir <i>Steam Main Ejector</i> Unit 1B	41
Gambar 4.16. <i>Net Output of Product</i> Desalinasi Unit 1B	41
Gambar 4.17. Total Laju Alir <i>Steam</i> Desalinasi Unit 1B	42

Gambar 4.18. TDS Air Produk Desalinasi Unit 1B 43
Gambar 4.19. Temperatur Air Produk Desalinasi Unit 1B 43
Gambar 4.20. Tekanan Uap *1st Vent Ejector* Unit 1B..... 44
Gambar 4.21. Tekanan Uap *2nd Vent Ejector* Unit 1B..... 45
Gambar 4.22. Laju Alir Uap *1st and 2nd Ejector* Unit 1B 45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Kebutuhan listrik nasional didominasi oleh sektor industri, disusul sektor rumah tangga, usaha, dan umum. Konsumsi tenaga listrik per-kapita di Indonesia saat ini sebesar 935 kilowatt/jam (kWh). Angka konsumsi akan terus naik, pemerintah memperkirakan konsumsi listrik per-kapita mencapai 1.293 kWh pada tahun 2019. Namun tingginya kebutuhan energi listrik tersebut tidak semua dapat terpenuhi, oleh karena itu masih ada kebutuhan listrik yang tertahan dan tidak dapat dipenuhi (*subpressed demand*) oleh pembangkit listrik PLN.

Guna menunjang kinerja Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam menyediakan energi listrik, maka PLN membentuk dua anak perusahaan dibidang pembangkit listrik yaitu PT. Indonesia Power dan PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB). PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) membentuk enam anak perusahaan dibidang pembangkit yaitu Unit Pembangkit (UP) Gresik, UP Muara Tawar, UP Paiton, UP Cirata, UP Brantas, dan UP Muara Karang. PT. Pembangkit Jawa Bali yang ada di Muara Karang memiliki dua unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) yaitu blok 1 terdiri dari 3 *Gas Turbine* (GT) dan 1 *ST Steam Turbine* (ST), blok 2 terdiri dari 2 *Gas Turbine* (GT), 3 *Steam Turbine* (ST) dan PLTU 4 dan 5. Dalam penelitian ini hanya difokuskan di PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) UP. Muara Karang khususnya

desalinasi pada unit 1A dan 1B. Desalinasi unit 1A dan 1B terdapat pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) yang terdapat di blok 2.

Di dalam siklus, PLTGU membutuhkan air demineralisasi (bebas mineral) sebagai *feed water boiler*. Sebelum memperoleh air demineralisasi, terlebih dahulu yang dibutuhkan adalah *raw water* yang didapat dari proses desalinasi. Adapun tolak ukur kinerja dari proses desalinasi tersebut dapat diamati dengan menganalisis rasio kinerja (*performance ratio*). Peningkatan rasio kinerja (*performance ratio*) dapat meningkatkan jumlah *raw water* yang dihasilkan. Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan penelitian tentang menganalisis rasio kinerja (*performance ratio*) desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B PT. Pembangkit Jawa Bali UP. Muara Karang, untuk mengetahui parameter-parameter rasio kinerja apa saja yang dapat meningkatkan hasil *raw water* dari proses desalinasi.

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas, yaitu:

1. Bagaimana rasio kinerja (*performance ratio*) sistem desalinasi pada unit 1A dan 1B PT. PJB UP Muara Karang?
2. Apakah jumlah *raw water* yang dihasilkan oleh desalinasi bergantung besar pada parameter-parameter yang terlibat dalam rasio kinerja?
3. Apa yang menyebabkan rasio kinerja desalinasi PLTGU blok 2 PT. PJB UP Muara Karang menurun?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis rasio kinerja (*performance ratio*) desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) UP. Muara Karang Jakarta, serta mengetahui parameter-parameter *input* yang paling berpengaruh dalam penurunan/ kenaikan nilai rasio kinerja (*performance ratio*).

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi PT. PJB UP Muara Karang yaitu: untuk mengurangi beban kerja di proses demineralisasi, mengoptimalkan kebutuhan *steam supply*, dan memperoleh informasi letak kerusakan pada komponen *input* unit desal yang dapat menyebabkan turunnya nilai rasio kinerja.

1.5. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan penelitian yang akan dilakukan, maka penelitian ini hanya dibatasi mengenai:

1. *Pre-treatment* air laut sebelum masuk ke unit desal.
2. Larutan injeksi yang dibutuhkan berupa sodium bi-sulfit (*anti foam*) dan Belgard EV (*scale inhibitor*).
3. *Load Setter* desalinasi 60%-100%.
4. Waktu *start up* kurang lebih 3 jam.
5. Perhitungan *performance ratio* berdasarkan *daily report* yang didapat dari lokal desalinasi dan *central control room* PLTGU blok 2.
6. Kualitas air laut *inlet* stabil, tidak bergantung musim.

1.6. Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan tugas akhir ini, dapat dibuat urutan bab serta isinya secara garis besar. Diuraikan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari pengertian desalinasi, *multi effect distillation (MED)*, *vapour compression method*, desallination PLTGU blok 2 UP, muara karang, analisis rasio kinerja (*performance ratio*), dan standar nilai rasio kinerja.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini terdiri dari tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, metodologi penelitian, prosedur analisis rasio kinerja.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari analisis dan pembahasan dari hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil pembahasan dan saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

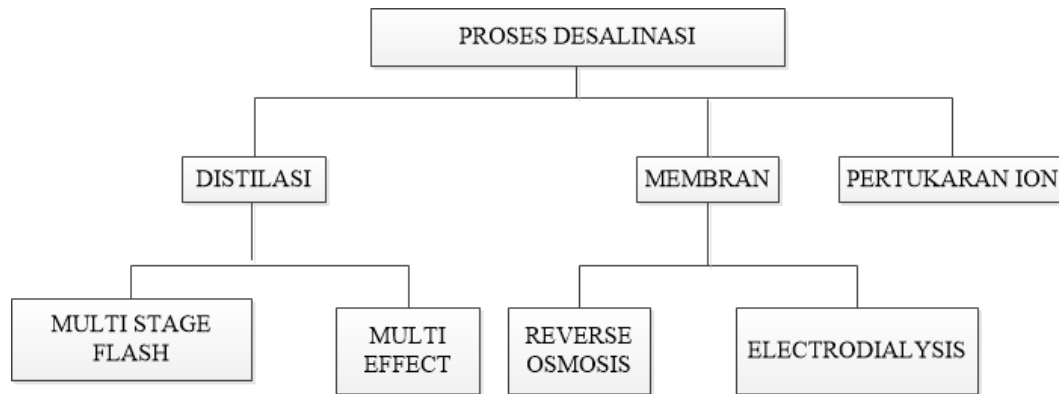
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Desalination Plant*

Desalination Plant atau desalinasi merupakan sebuah unit yang berfungsi untuk menghasilkan air tawar (*raw water*) yang diperoleh dari proses penghilangan kadar garam dari air laut melalui proses evaporasi dan kondensasi.

Dalam pemisahan garam dari air laut, ada beberapa jenis teknologi proses desalinasi yang telah banyak dikenal antara lain teknologi proses dengan menggunakan membran, proses pertukaran ion dan proses distilasi/ penguapan, dll. Proses desalinasi *reverse osmosis* dengan cara pemisahan garam dari air laut dengan cara pemberian tekanan dan menggunakan membran *reverse osmosis*, elektrodialisa dengan proses pemisahan menggunakan membran berdasarkan beda potensial, sedangkan proses desalinasi dengan cara distilasi adalah pemisahan air tawar dengan cara merubah fase air.

Beberapa jenis teknologi proses desalinasi air laut dapat dilihat pada Gambar 2.1. dibawah ini.



Gambar 2.1. : Klasifikasi Proses Desalinasi Air Laut.

*Sumber : Proses Desalinasi Dengan Membran”, Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), 2011.

Desalination Plant terdiri atas dua bagian utama yaitu *flashing stage* dan *brine heater*. *Flashing stage* merupakan sebuah *chamber* tempat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi. Sedangkan *brine heater* merupakan pemanas air laut sebelum masuk proses yang panasnya diambil dari *Auxiliary Steam Low Pressure (LP)* dengan suhu $\pm 180-200^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 3-3,5 bar. Proses evaporasi dan kondensasi ini sangat bergantung pada temperatur air laut yang berasal dari *brine heater (top brine temperature)*. Untuk mendapatkan kualitas air yang diinginkan maka *top brine temperature* perlu untuk dijaga agar tetap stabil. Di dalam unit pembangkit peran desal sangat diperlukan karena menyediakan air sebagai bahan baku produksi listrik.

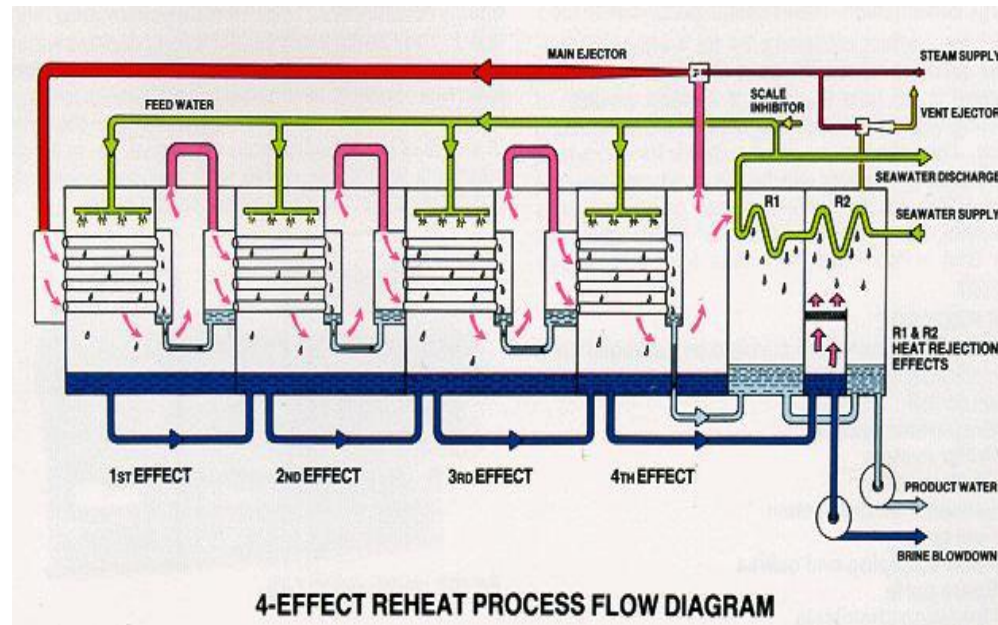
2.2. *Multi Effect Distillation (MED)*

Multi Effect Distillation adalah suatu proses yang terdiri dari beberapa *flash chambers* yang disebut "*effect*". Dalam proses ini, hanya *effect* pertama yang dialiri *steam* dari HRSG/ *boiler* dan *effect* kedua dan selanjutnya memperoleh *steam* yang diproduksi oleh *effect* sebelumnya.

Dalam *multi effect distillation*, air laut disemprotkan ke bagian luar dari pipa penukar panas yang diletakkan secara horizontal. Pada saat uap air yang lebih panas yang terdapat dalam pipa berkondensasi dan menghasilkan *raw water*, saat itu pula menyebabkan air laut diluar pipa mendidih, dan menghasilkan uap air baru yang kemudian mengalir ke pipa penukar panas berikutnya. Setiap *effect* mengurangi tekanannya dibawah tekanan jenuh dari temperatur *brine* (air laut yang pekat karena evaporasi).

Proses kondensasi dan evaporasi berulang-ulang sejak dari *effect* pertama hingga *effect* keempat. *Raw water* yang diproduksi akhirnya mengalir ke dalam ruang lain yang mengandung penolakan panas pada kondensor R1 dan R2. Dalam hal ini pengulangan evaporasi sesuai dengan nomer *effect* yang memproduksi *raw water* dengan efisiensi panas tinggi.

Sistem pengolahan air laut desalinasi dengan sistem *Reheat (RH)* (produksi sasakura) adalah kombinasi dari *multi effect evaporator* dan *thermo-compressor*. *Thermo-compressor* adalah *jet ejector steam* dan disebut *ejector* utama dalam proses *ejector* utama menyedot uap bertemperatur rendah dari *effect* keempat, kemudian memadatkannya dan mengalirkan campuran *steam* dan uap yang bertemperatur lebih tinggi ke *effect* pertama. Gambar 2.2 memperlihatkan *flow diagram* desalinasi air laut dengan proses *multi effect distillation*.



Gambar 2.2. : *Flow diagram* desalinasi air laut *Multi Effect Distillation*

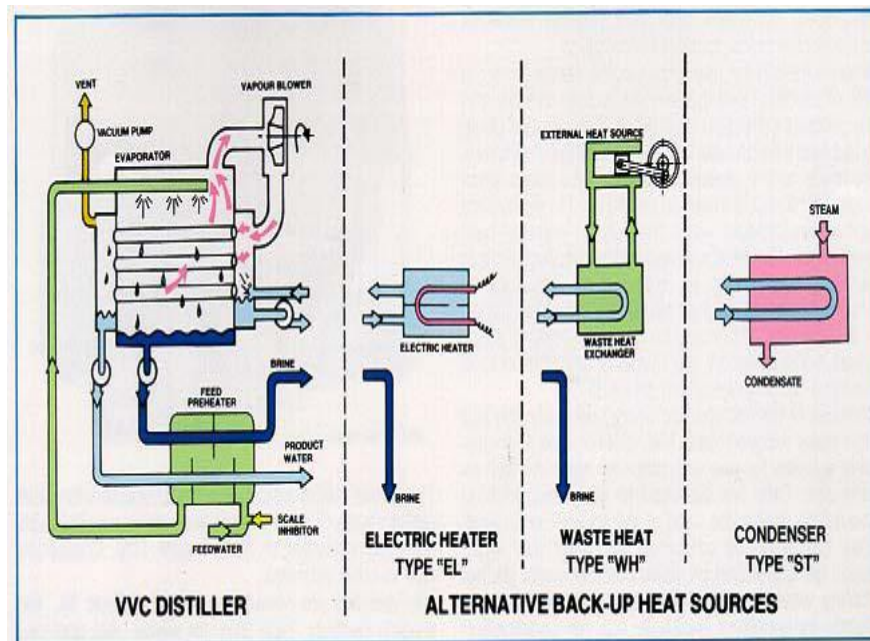
*Sumber : Pengolahan Payau Menjadi Air Minum Dengan Teknologi MED, KELAIR BPPT, 2000.

2.3. *Vapour Compression Method*

Apabila dilakukan penekanan adiabatik terhadap uap air, maka temperatur akan naik dan terkondensasi pada temperatur tinggi. Berdasarkan pada teori ini, uap air yang diproduksi dalam evaporator dapat digunakan kembali sebagai *steam* pemanas untuk evaporator yang sama. Proses ini disebut *vapour compression distillation*.

Dalam sistem ini terdapat tiga komponen utama: pemanas awal air baku, *tube* evaporator horizontal, dan *main ejector* sebagai kompresor dan pemanas. Kondisi vakum pada pengolahan dipertahankan dengan menggunakan *vent ejector*. Air baku yang masuk diolah dengan sejumlah kecil zat penghambat kerak (*anti scale*).

Sejumlah besar panas secara efektif disirkulasi dalam proses evaporasi/ kondensasi secara terus menerus. *Vapour compression distillation* hanya cocok diterapkan pada pengolahan dengan kapasitas kecil. *Flow diagram* proses *vapour compression method* ditunjukkan seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Flow diagram proses vapour compression method.

Sumber : Pengolahan Payau Menjadi Air Minum Dengan Teknologi MED, KELAIR BPPT, 2000.

2.4. Desalination PLTGU Blok 2 UP. Muara Karang

Pada bab ini dijelaskan tentang prinsip dasar operasi *desalination plant* PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B di PT. PJB UP. Muara Karang. *Desalination plant* PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B merupakan 2 unit desalinasi yang memiliki kesamaan spesifikasi baik dari segi jenis peralatan, tanggal pendirian unit serta tanggal awal pengoperasian yang sama pula. spesifikasi untuk kedua unit desalinasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi *Desalination Plant* PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B.

<i>Owner</i>	PT.PLN (PERSERO)
<i>Purchaser</i>	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd Takasago Machinery Works
<i>Supplier</i>	Sasakura Engineering Co, Ltd
Tanggal Pendirian Kedua Unit 1A & 1B	24 juni 2008
Tanggal Awal Pengoperasian Kedua Unit 1A & 1B	26 November 2008

*Sumber : *Manual Book Desalination Technology and Its Application*, Sasakura Ltd. 1995.

Desalination plant didisain dan dibuat berdasarkan prinsip distilasi bertingkat dengan proses kompresi uap termal (*Multi-Effect Distillation (MED) with Thermal Vapour Compression (TVC)*). *Desalination plant* tipe *reheat sea water* terdiri dari *multi-effect evaporator*, *condenser*, *main ejector*, *vent ejector*, *desalination seawater feed pump*, *brine blowdown pump*, *product pump*, dan *scale inhibitor/ sodium bi-sulfite injection system*. Gambar komponen-komponen yang ada pada MED-TVC dapat dilihat pada lampiran D.

Main ejector merupakan ejektor sederhana, di mana uap LP dialirkan ke dalam *jet nozzle*. Campuran *steam/ vapour* dikirimkan oleh *ejector* pada tekanan menengah (*intermediate pressure*), *vapour* tekanan rendah terkompresi secara efektif dengan demikian temperaturnya pun akan naik. Proses tersebut disebut proses *thermal vapour compression*.

Kombinasi *multi-effect* dan proses kompresi-uap (*thermal compression process*) dibuat untuk mendapatkan efisiensi desalinasi yang tinggi dengan efek samping yang seminimal mungkin. Sistem *4-Effect* dan *main ejector* tunggal dapat diilustrasikan pada Gambar 2.4.

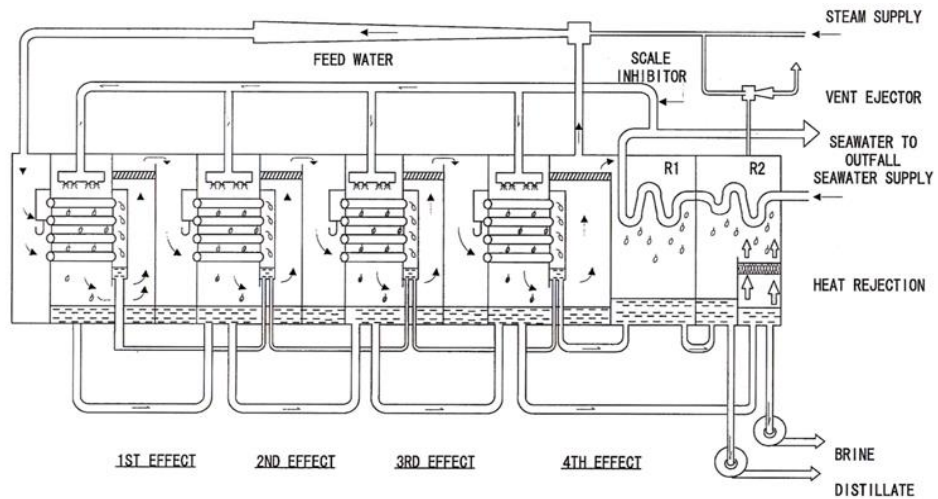


FIG-1 TYPICAL 4-EFFECT RH PROCESS ILLUSTRATION

Gambar 2.4. MED – TVC 4 Effect

*Sumber : Desalination Technology and Its Application, Sasakura Ltd. 1995.

Adapun fungsi – fungsi dari peralatan utama desalinasi sebagai berikut :

1. Evaporator

Evaporator berfungsi untuk melakukan proses penguapan dengan menurunkan titik didih air pada kondisi vakum.

2. Main Ejector

Main ejector berfungsi untuk menjaga kestabilan vakum pada saat desalinasi beroperasi berada di *effect* ke empat.

3. Vent Ejector

Vent ejector berfungsi untuk melakukan vakum sebelum desalinasi beroperasi atau sebelum *start*.

4. Ejector Condenser

Ejector condenser berfungsi untuk melakukan vakum bersama–sama *vent ejector* sebelum desalinasi beroperasi.

5. Centrifugal Pumps

Centrifugal pumps yang menjadi peralatan utama *desalination plant* terdiri dari tiga macam, yaitu:

a. Brine Blowdown Pump

Berfungsi untuk memompa air laut yang tidak dapat terkondensasikan kemudian akan dibuang ke laut lepas.

b. Product Water Pump

Berfungsi untuk memompa air produk ke *make up water tank*.

c. Desalination Seawater Feed Pump

Berfungsi untuk mengambil air laut untuk di proses ke dalam *desalination plant*.

6. Scale Inhibitor unit/ Anti Scaling

Berfungsi untuk mencegah terbentuknya pembentukan kerak pada permukaan pipa evaporator di dalam *effect*.

7. *Anti Foam unit*

Berfungsi untuk menghilangkan busa atau memperkecil busa yang terdapat di air laut.

2.4.1. Evaporasi

Penguapan atau evaporasi adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air). Umumnya penguapan dapat dilihat dari hilangnya cairan secara berangsur-angsur ketika terpapar pada gas dengan volume signifikan. Rata-rata molekul tidak memiliki energi yang cukup untuk lepas dari cairan. Bila tidak, cairan akan berubah menjadi uap dengan cepat. Ketika molekul-molekul saling bertumbukan, mereka saling bertukar energi dalam berbagai derajat. Salah satu molekul mendapatkan energi yang cukup untuk menembus titik didih cairan. Bila ini terjadi di dekat permukaan cairan, molekul cairan tersebut akan menguap. Proses ini adalah kebalikan dari kondensasi dan merupakan proses endotermis (menerima panas).

Pada evaporasi di desalinasi MED-TVC PLTGU Blok 2 UP Muara Karang, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi mudah dan sulitnya terjadi proses evaporasi di dalam *chamber*. Parameter-parameter tersebut yaitu:

- a. Vakum oleh *main ejector* serta *vent ejector*. Apabila vakum ruangan *chamber* tinggi, maka proses evaporasi akan berlangsung mudah serta membutuhkan waktu tidak lama dimana air laut dengan mudah menguap dibawah suhu 100° C.

- b. Suhu dan *flow rate* dari *sea water supply*. Apabila *flow rate sea water supply* semakin besar, maka tekanan *chamber* akan semakin rendah, sehingga memudahkannya evaporasi di dalam *chamber*.
- c. Suhu dan *flow rate* dari *steam supply*. Semakin besar suhu dan *flow rate* dari *steam supply*, hal tersebut akan mengoptimalkan vakum di dalam *chamber*, sehingga evaporasi mudah berlangsung di *chamber*.
- d. *Scale* pada permukaan *tube*. Apabila terdapat kerak yang cukup tebal pada permukaan *tube* di *chamber*, maka *scale* tersebut akan menghambat proses perpindahan panas antara air laut yang ada di luar *tube* dan *steam* di dalam *tube*, sehingga akan sulitnya terjadi proses evaporasi di dalam *chamber*.

2.4.2. Kondensasi

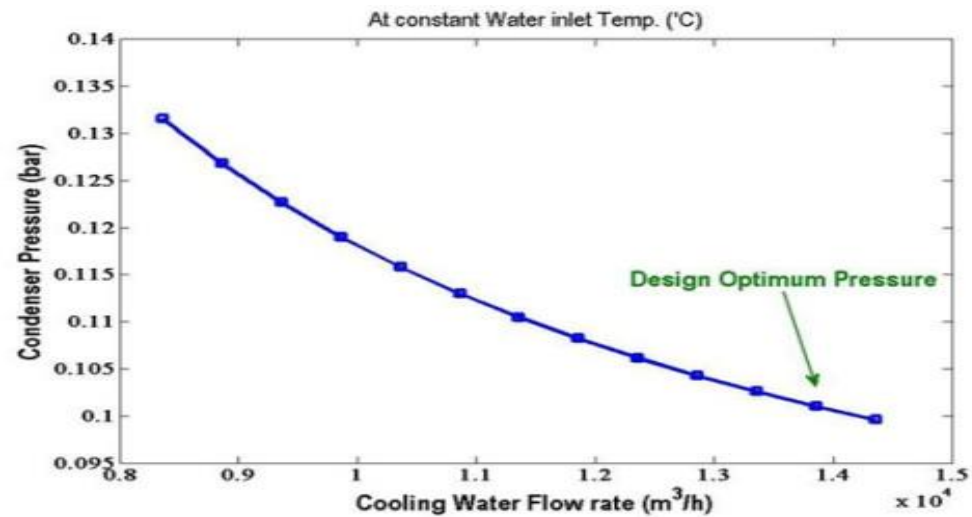
Kondensasi atau pengembunan adalah perubahan wujud gas/ uap menjadi cair. Kondensasi terjadi ketika uap didinginkan menjadi cairan, Cairan yang telah terkondensasi dari uap disebut kondensat. Kondensasi pada unit desalinasi terjadi di dalam *tube-tube* setiap *effect* di dalam *chamber* dimana terjadi perpindahan panas antara air laut dan *steam* sehingga dihasilkan air kondensat. Kondensasi uap menjadi cairan adalah lawan dari penguapan (evaporasi) dan merupakan proses eksotermik (melepas panas).

Pada kondensasi di desalinasi MED-TVC PLTGU Blok 2 UP. Muara Karang, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi mudah dan sulitnya terjadi proses kondensasi di dalam *chamber*. Parameter-parameter tersebut yaitu:

- a. Vakum oleh *main ejector* serta *vent ejector*. Apabila vakum ruangan *chamber* tinggi, maka proses kondensasi akan berlangsung mudah di dalam *chamber*.

- b. Suhu dan *flow rate* dari *sea water supply*. Suhu dan *flow rate sea water supply* mempengaruhi tingginya vakum di dalam *chamber*, maka proses kondensasi yang terjadi di dalam ruang kondensor R1 dan R2 akan mudah terkondensasi menjadi air kondensat secara optimal sesuai yang dijelaskan pada Gambar 2.5. dan 2.6.
- c. Suhu dan tekanan dari *steam supply*. Semakin besar suhu dan tekanan dari *steam supply*, maka vakum akan semakin tinggi. Apabila vakum tinggi, hal tersebut akan memudahkan terjadinya kondensasi uap menjadi air kondensat.
- d. Kerak pada *tube-tube* kondensor. Pengerakan akan mengakibatkan sulitnya terjadi proses kondensasi di dalam *chamber* dikarenakan terhambatnya proses perpindahan panas antara *steam* dan air laut.

Berikut grafik perbandingan *cooling water flow rate* dan tekanan kondensor.

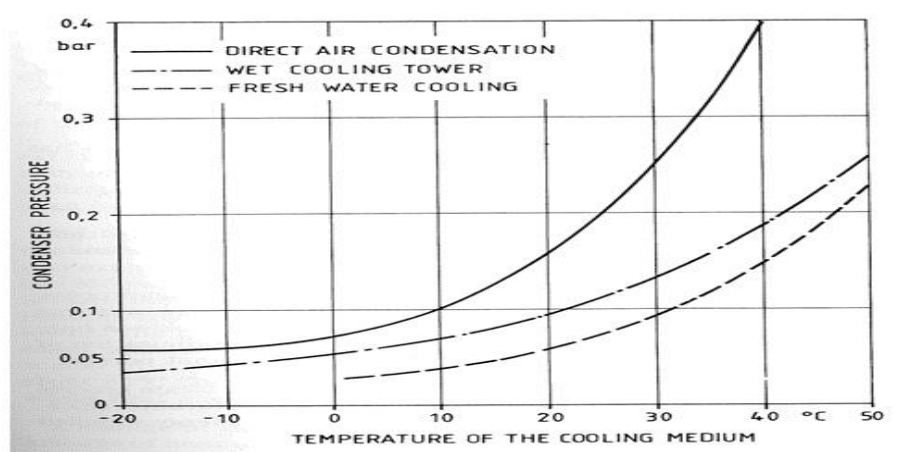


Gambar 2.5. Perbandingan *Cooling Water Flow Rate* dan Tekanan Kondensor

*Sumber : *International Journal Of Engineering Research & Technology*,2003.

Terlihat pada grafik perbandingan *cooling water flow rate* dan *pressure* kondensor, terlihat bahwa semakin besar *flow rate cooling water* menyebabkan *pressure* kondensor semakin rendah (kondensor semakin vakum), hal ini dikarenakan proses kondensasi akan berlangsung lebih cepat.

Berikut Perbandingan *Pressure* Kondensor dan *Temperature Cooling Water*.



Gambar 2.6. Perbandingan *Pressure* Kondensor dan *Temperature Cooling Water*

*Sumber : *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2003.

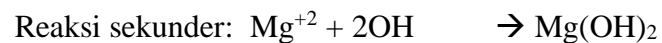
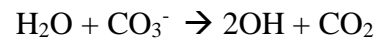
Sebagaimana *flow cooling water*, *temperature cooling water* ini akan berpengaruh pada kecepatan suatu *steam* berkondensasi. Semakin rendah *temperature cooling water* maka tekanan kondenser akan semakin rendah (semakin vakum). Dengan kata lain *steam* akan lebih cepat terkondensasi sehingga *pressure* kondensor akan rendah (vakum tinggi).

2.4.3. Injeksi *Anti Scale (Scale Inhibitor)* dan *Anti Foam*

Pada saat sebelum dialirkannya air laut agar masuk ke dalam *chamber*, terlebih dahulu air laut diinjeksikan *anti scale* dan *anti foam*. Penginjeksian *anti scale* bertujuan agar mencegah terbentuknya kerak pada permukaan *tube* evaporator di dalam *effect* karena air laut banyak membawa mineral korosif. Sedangkan penginjeksian *anti foam* bertujuan untuk menghilangkan busa yang terdapat di air laut, karena air laut mengandung gas –gas terlarut seperti CO₂, NH₄ dan Cl₂ yang bisa mengganggu proses transfer panas.

Pengerakan merupakan yang paling banyak menimbulkan kerugian karena terjadi pada pipa-pipa evaporator. Akibatnya terjadi penurunan produk, karena menurunnya pertukaran panas. Selain itu terjadi proses korosi di bawah deposit (kerak). Pengerakan terjadi karena kandungan bahan mineral tertentu pada air laut dan adanya reaksi kimia selama proses penguapan. Proses pengerakan dapat diatasi dengan membatasi temperatur *brine* dan menambah bahan kimia *inhibitor* untuk mencegah pengerakan.

Tahapan pembentukan kerak:



(pada temperatur dan pH tinggi) (mengendap)



Anhydrite biasanya tidak menimbulkan masalah dan kurang larut pada temperatur tinggi, tapi memerlukan waktu yang lama untuk mengendap atau membentuk kerak.

Hemihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) mengendap seketika begitu terbentuk dan paling sering ditemukan pada kerak evaporator.

Dehydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kelarutannya relatif lebih baik dibandingkan lainnya.

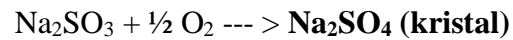
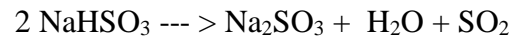
Komponen pembentuk kerak lainnya adalah $\text{Mg}_6\text{Fe}(\text{CO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, SiO_2 , CaSiO_3 , atau MgSiO_3 .

Tahapan pembentukan kerak adalah pertama pembentukan CO_3^- dan OH^- , kemudian akan mencapai titik jenuhnya pada temperatur tinggi. Kedua, pembentukan inti kristal (*nucleation*). Dan ketiga, pertumbuhan kristal. Pada tahap ketiga ini anion dan kation bergerak secara difusi menuju inti kristal dan bergabung dalam *lattice* atau terjadi pertumbuhan kristal. Untuk mencegah terjadinya pengerakan (*scale inhibitor*) dengan cara menambahkan *anti scale agent* ke dalam air laut. Cara kerja *scale inhibitor* yaitu berfungsi sebagai *growth inhibitor* (pembatas pertumbuhan), menghambat dan menghentikan pertumbuhan yang terjadi pada kristal. Hasilnya pertumbuhan kristal diluar kebiasaannya, sehingga dihasilkan kristal bulat dan tidak mudah menempel sebagai kerak. Selain itu berfungsi pula sebagai *dispersant*, yaitu partikel padat seperti lumpur, debu, dan kristal CaCO_3 dipertahankan dalam bentuk *suspense*, sehingga dengan demikian mencegah terbentuknya endapan yang mengerak.

Pembentukan busa (*foaming*) adalah peristiwa pembentukan gelembung-gelembung di atas permukaan air dalam *chamber*. Penyebab timbulnya busa adalah adanya kontaminasi oleh zat-zat organik atau zat-zat kimia yang ada dalam air laut tidak terkontrol dengan baik. Busa dapat mempersempit ruang pelepasan uap-panas (*steam-release space*) dan dapat menyebabkan terbawanya air serta kotoran-kotoran

bersama-sama uap air. Kerugian yang dapat ditimbulkan oleh hal ini adalah terjadinya endapan dan korosi pada logam-logam dalam sistem *chamber*.

Berikut reaksi dari penyerapan gas oksigen oleh *anti foam Sodium Bi-sulfite* (NaHSO_3) untuk mencegah terjadinya korosi:



Sebagai hasil dari reaksi akhir oleh *Sodium Bi-sulfite*, oksigen akan terserap oleh *anti foam* tersebut sehingga menghindari terjadinya korosi pada *chamber* dengan membentuk kristal garam Natrium Sulfat (Na_2SO_4) yang kemudian akan bercampur dengan *brine blowdown*.

2.4.4. Prinsip Operasi

Pada *multi-effect evaporator*, air laut dispraikan dari atas *tube bundle* setiap *effect*-nya dan turun sehingga membentuk lapisan tipis (*thin film*) diluar pipa sepanjang susunan pipa-pipa HE (*Heat Exchanger Tube*). Uap mengalir di dalam pipa di mana ia akan mengalami kondensasi menjadi air distilat. Seiring terkondensasinya uap di dalam pipa (*tube*), ia akan memanaskan lapisan tipis air laut dan menyebabkan lapisan tersebut akan menguap, sehingga dapat menjadi suplai uap baru yang akan masuk ke dalam *effect* selanjutnya. Setiap *effect* berturut-turut bekerja pada temperatur yang lebih rendah dari sebelumnya. Proses kondensasi dan penguapan berulang dari *effect* yang terpanas ke *effect* terdingin. Ketika dua proses digabungkan di dalam *reheat desalination plant*, *main ejector* membawa *vapour* di

dalam *effect* terakhir, menekannya sehingga temperaturnya naik dan memasukkannya ke dalam *effect* pertama. Banyaknya *effect* dipilih bergantung pada kapasitas dan efisiensi termalnya.

Pada sistem ini, *heat input* dari proses adalah melalui uap yang disuplai ke dalam *nozzlenya main ejector*, dan kebanyakan *heat input* dibuang melalui air pendingin, yang akan dikembalikan ke laut. Pada plant 4-*effect* ini, hanya *vapour* dari *effect* terakhir saja yang dikompres ulang dan sisanya mengalir ke *heat rejection condenser*.

Aliran distilat dan *brine* mengalir secara alamiah dari *effect* satu ke *effect* yang lainnya tanpa dipompa dan panas sensibel (*sensible heat*)-nya dikembalikan ke dalam proses melalui pencampuran langsung *vapour* yang masuk ke dalam *effect* berikutnya. Akhirnya, distilat dan *brine* akan ditarik dari evaporator/ R2 *condenser* dengan pompa. *Vent ejector* akan membuat vakum, mempertahankannya, dan membuang *non-condensable gas* air laut dari ruangan *effect* ke lingkungan.

Dengan membatasi temperatur maksimum *brine* pada nilai rendahnya, pembentukan kerak pada pipa *heat exchanger* secara efektif dapat terjaga. Proses pembentukan penguapan *thin-film*, juga berkontribusi pada fenomena operasi *anti scale*. Sebagai pencegahan terakhir, suplai air laut diinjeksikan dengan sejumlah larutan kimia “*scale-inhibitor*”.

Kelebihan dari *reheat desalination plant* adalah apabila terjadi kebocoran pipa atau sebagian pipa tidak menyebabkan pencemaran air distilat. Adanya gradien tekanan dari dalam sampai keluar pipa, apabila terjadi kebocoran akan terlindungi oleh air distilat secara otomatis, mengalir seperti lapisan *film* di permukaan dalam pipa. Tidak ada perubahan *loss output* atau *performance* kecuali lubang makin membesar atau terjadi kerusakan yang cukup serius pada pipa.

Air laut diinjeksikan dengan larutan *scale inhibitor* untuk menjaga terbentuknya kerak pada permukaan evaporator *tube* (yang berada di dalam *effect*). Larutan kimia disiapkan di dalam tangki larutan yang berpengaduk dan diinjeksikan ke dalam air laut melalui pompa injeksi.

Sebagai tambahan, *sodium bi-sulfite* diinjeksikan juga ke dalam air laut sebagai proses *de-chlorination*. Ketika air laut bergaram tinggi diumpankan ke dalam *evaporator*, akan terbentuk gas bromide yang akan menyebabkan beberapa masalah. Salah satunya adalah masalah korosi pada *cooper alloy* dan *stainless steel*. Masalah lain yang timbul adalah penurunan kualitas air distilat (*conductivity* tinggi dan rendah PH). Istilah-istilah keterangan lebih rinci dapat dilihat pada lampiran A.

2.5. Analisis Rasio Kinerja (*Performance Ratio*)

Rasio Kinerja (*Performance ratio*) merupakan tolak ukur atau parameter pada unit desalinasi yang menunjukkan nilai efisiensi kinerja mesin desalinasi UP Muara Karang. Kondensat sebagai produk (*output*) dan total laju alir *steam* sebagai energi (*input*), atau dalam proses desalinasi ini dikenal dengan rasio kondensat/ total laju alir *steam*. Nilai *performance ratio* diperoleh dari membagi hasil produk kondensat (*nett output*) dengan *Total steam flow*.

Ada beberapa tahap perhitungan yang dibutuhkan untuk memperoleh nilai *performance ratio* desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B PT. Pembangkit Jawa Bali UP Muara Karang. Tahap-tahap perhitungan tersebut yaitu:

a. *Gross output* dari air produk (WPg)*

$$\boxed{W_{pg} = \frac{W_{q2} - W_{q1}}{T_a}} \dots\dots\dots (1)$$

WPg = Gross output air produk (ton/hr)

Wq1 = jumlah produk total pada akhir operasi (ton)

Wq1 = jumlah produk pada awal operasi (ton)

Ta = durasi aktual operasi(jam)

b. Steam flow supply ke main ejector (WSm), steam flow ke 1st and 2nd vent ejector (WSv), dan total steam flow (WSg)*

1. $WSm = 0,597 \times C \times d1 \left(\frac{\sqrt{p1+1}}{v1} \right) \times 10^3 \dots\dots\dots (2)$

WSm = steam flow main ejector

C = koefisien flow (0,95)

d1 = diameter nozzle steam main ejector (mm)

P1 = nilai rata-rata dari tekanan steam flow supply main ejector (barG)

V1 = volume spesifik steam (m³/kg) pada temperatur steam supply

dan P1

2. $WSv = 0,597 \times C \times d1 \left(\frac{\sqrt{p2+1}}{v2} \right) + C \times d1 \left(\frac{\sqrt{p3+1}}{v3} \right) \times 10^3 \dots\dots\dots (3)$

WSv = steam flow 1st and 2nd vent ejector

C = koefisien flow (0,95)

d2 = diameter nozzle steam 1st ejector (mm)

d3 = diameter nozzle steam 2nd ejector (mm)

P_2 = nilai rata-rata dari tekanan *steam flow 1st ejector* (barG)

P_3 = nilai rata-rata dari tekanan *steam flow 2nd ejector* (barG)

V_2 = volume spesifik *steam* (m^3/kg) pada temperatur *steam 1st ejector*
dan P_2

V_3 = volume spesifik *steam* (m^3/kg) pada temperatur *steam 2nd ejector*
dan P_2

3. $WS_g = WS_m$ (WS_v tidak diaplikasikan)..... (4)

WS_g = *total steam flow* (ton/hr)

WS_m = *steam flow main ejector* (ton/hr)

c. *Nett output* dari air produk (WP_n)*

$WP_n = (WP_g - WS_g)$ (5)

WP_n = *nett output* dari air produk

WP_g = *Gross output* air produk (ton/hr)

WS_g = *total steam flow* (ton/hr)

d. *Nilai Total Dissolved Solid* (TDS)*

$TDS = 0,5 \times K$ (6)

TDS = *Total Dissolved Solid*

K = nilai konduktivas

e. Temperatur dari air produk

T = °C

f. *Performance Ratio* (PR)*

$$\boxed{\text{PR} \frac{W_{\text{pn}}}{W_{\text{sg}}}} \dots\dots\dots (7)$$

WPn = *nett output* dari air produk

WSg = *total steam flow* (ton/hr)

*Sumber : Manual Book *Desalination Plant* PT. PJB UP. Muara Karang

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mencari nilai rata-rata dari rasio kinerja (*performance ratio*) di bulan Maret 2016. Rincian contoh perhitungan rasio kinerja (*Performance ratio*) dapat dilihat pada lampiran B. Dengan mengetahui nilai rata-rata dari rasio kinerja (*performance ratio*), maka dapat dianalisis parameter-parameter *input* apa saja yang mengalami perubahan kenaikan atau penurunan pada grafik yang berperan besar dalam nilai dari rasio kinerja (*performance ratio*).

Parameter-parameter *input* yang berpengaruh terhadap nilai dari rasio kinerja (*performance ratio*) adalah:

1. *Scale inhibitor pump discharge press*: merupakan tekanan pompa penginjeksian larutan *anti scale*. Apabila tekanan penginjeksian terlalu kecil, maka akan berkemungkinan besar terjadinya kerak pada pipa-pipa permukaan evaporator.
2. *Sodium bi-sulfate pump A discharge press*: merupakan tekanan pompa penginjeksian larutan *sodium bi-sulfate*. Apabila tekanan penginjeksian terlalu kecil, maka akan berkemungkinan besar terjadinya busa dalam pipa-pipa evaporator yang bisa menghambat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.
3. *Steam supply temperature*: merupakan temperatur dari uap *supply*. Apabila temperatur uap *supply* terlalu rendah, maka akan menghambat proses evaporasi dan kondensasi.
4. *Steam supply pressure*: merupakan tekanan dari uap *supply*. Apabila tekanan uap *supply* terlalu rendah, maka akan melambatkan terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.
5. *Sea water supply pressure*: merupakan tekanan dari air laut *supply*. Apabila tekanan air laut *supply* rendah, maka laju alir air laut *supply* semakin tinggi dan akan mempercepat proses evaporasi dan kondensasi.
6. *Sea water supply temperature*: merupakan temperatur dari air laut *supply*. Apabila temperatur dari air laut *supply* rendah, maka akan mempercepat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi (vakum tinggi).
7. *Strainer differential pressure*: merupakan perbedaan tekanan dari air laut yang sudah tersaring dengan yang belum tersaring pada *strainer*. Apabila perbedaan tekanan tersebut rendah, maka akan mempercepat terjadinya proses evaporasi & kondensasi. Bila perbedaan tekanan tersebut tinggi, bisa disimpulkan terdapat kotoran yang mengendap pada *strainer* tersebut.
8. *Sea water discharge pressure*: merupakan tekanan dari air laut yang dibuang dari sistem. Apabila tekanan air laut yang terbuang tinggi, maka air laut yang masuk ke sistem akan berkurang.

9. *Feed water from ejector condensor temperature*: merupakan temperatur air pengisi dari *ejector condenser*. Apabila temperatur tersebut terlalu tinggi, maka akan memperlambat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.
10. *R2 condenser pressure*: merupakan tekanan di kondensor R2. Apabila tekanan tersebut terlalu tinggi, maka akan memperlambat proses terjadinya evaporasi dan kondensasi (vakum rendah)
11. *1st vent ejector steam pressure*: merupakan tekanan dari uap pada *1st vent ejector*. Apabila tekanan uap *1st vent ejector* rendah, maka akan memperlambat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.
12. *2nd vent ejector steam pressure*: merupakan tekanan dari uap pada *2nd vent ejector*. Apabila tekanan uap *2nd vent ejector* rendah, maka akan memperlambat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.
13. *Steam flow main ejector*: merupakan laju alir steam pada *main ejector*. Apabila laju alir *steam* pada *main ejector* tinggi, maka akan mempercepat terjadinya proses evaporasi & kondensasi.
14. *Steam flow 1st and 2nd ejector*: merupakan jumlah laju alir pada *1st and 2nd ejector*. Apabila laju alir *steam* pada *1st and 2nd ejector* tinggi, maka akan mempercepat terjadinya proses evaporasi & kondensasi (vakum tinggi).

2.5.1. Standar Nilai Rasio Kinerja (*Performance Ratio*)

Pada PT. PJB UP Muara Karang, unit peralatan *desalination plant* didapat dari Sasakura Engineering Co.Ltd. Sasakura Engineering Co.Ltd menetapkan nilai standar disain minimum *performance ratio desalination plant* yaitu sebesar 6.0. Hal tersebut berarti, unit *desalination plant* bekerja dalam keadaan normal pada nilai *performance ratio* 6.0. Apabila nilai *performance ratio* melebihi standar, maka unit desal beroperasi dalam keadaan prima. Tetapi sebaliknya, jika nilai *performance ratio* kurang dari 6.0, bisa disimpulkan unit *desalination plant* mengalami penurunan *performance ratio* dimana mungkin banyaknya kotoran-kotoran, adanya kerusakan pada sistem

peralatan *desalination plant* dan adanya gangguan pada sistem proses desalinasinya. Jika didapat nilai *performance ratio* dibawah standar, maka harus dilakukan pengecekan dan perbaikan sesegera mungkin supaya nilai *performance ratio* kembali pada nilai normalnya sehingga *desalination plant* bekerja dengan baik sesuai dengan standart disain minimum yang telah ditentukan oleh Sasakura Engineering Co.Ltd .

Selain terdapat standar untuk nilai rasio kinerja, terdapat juga standar dari hasil produk air tawar yang ditetapkan oleh Sasakura Engineering Co.Ltd, yaitu:

1. *Total flow* air tawar produk > 20 ton/jam
2. TDS air tawar produk < 10 Ppm
3. Total air tawar produk > 480 ton/hari
4. Nilai konduktivitas air tawar produk < 20 micro S/cm
5. Temperatur air tawar produk < 40°C
6. Kandungan Fe di air tawar produk < 0,2 ppm
7. PH air tawar produk antara 6.0-9.0

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *desalination plant* PLTGU blok 2 PT. Pembangkit Jawa Bali Unit 1A dan 1B Muara Karang, Jakarta Utara. Adapun tempat penelitian dilaksanakan di *Central Control Room* PLTGU blok 2 PT. Pembangkit Jawa Bali UP Muara Karang dan di lokal desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B. Untuk pengolahan data dilaksanakan di ruang lokal desalinasi, *central control room* PLTGU blok 2 serta laboratorium PT. PJB UP Muara Karang. Sedangkan waktu penelitian dilakukan selama 1 bulan. Penelitian dimulai dari tanggal 1 Maret sampai dengan tanggal 31 Maret 2016.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Evaporator
2. *Condenser*
3. *Scale Inhibitor Pump*
4. *Sodium Bi-sulfate Pump*
5. *Strainer*
6. *Vent Ejector*
7. *Sea Water Feed Pump*
8. *Thermal Vapour Compressor*
9. *Ejector Condenser*

10. *Demister*

11. *Brine Blowdown Pump*

12. *Product Water Pump*

13. *Make Up Water Storage Tank*

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses desalinasi yaitu:

1. Air Laut

2. *Steam*

3. *Sodium Bi-sulfate (anti foam)*

4. Belgard EV (*scale inhibitor*)

3.3. Variabel

3.3.1. Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini yaitu:

1. *Load setter* desalinasi: 60 % ;100%.

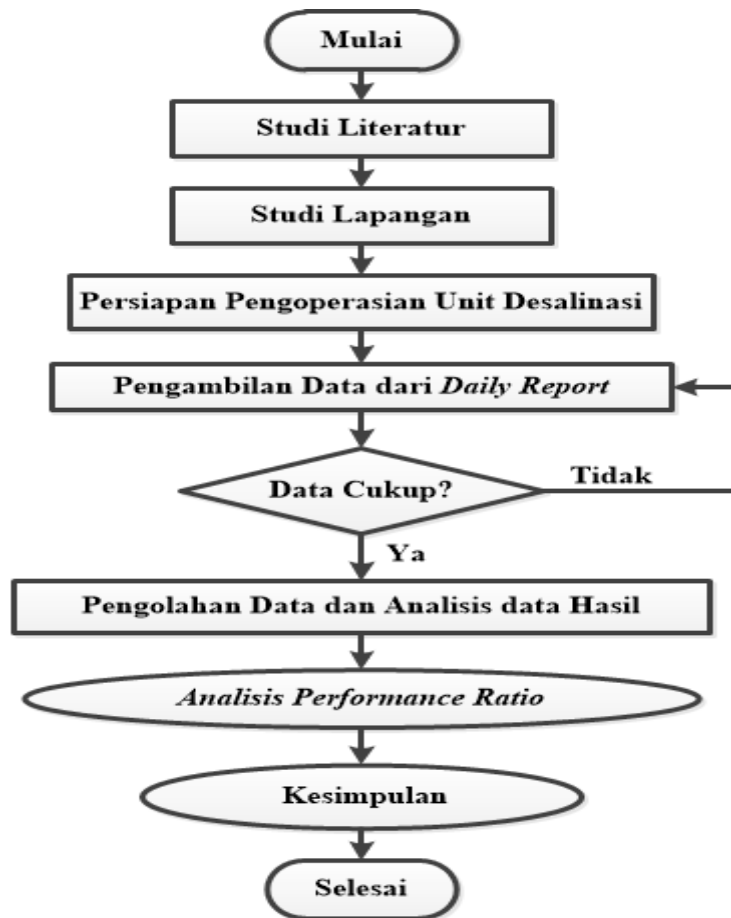
2. Vakum oleh *ejector* : -0,45 bar pada *1st ejector* ; -0,65 bar pada *2nd ejector* ; -0,93 bar pada *main ejector*.

3.3.2. Variabel Berubah

Variabel berubah merupakan variabel yang berubah selama penelitian berlangsung. Bertujuan untuk mencari titik optimasi atau titik yang terbaik pada setiap penelitian. Variabel berubah yang digunakan yaitu:

1. *Discharge pressure scale inhibitor pump.*
2. *Discharge pressure sodium bi-sulfate pump.*
3. Waktu *start up.*

3.4. Prosedur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Blok Penelitian

Sesuai Gambar 3.1. diatas, penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

1. Studi Pustaka (literatur), yang meliputi pembelajaran proses desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B yang ada pada PT. Pembangkit Jawa Bali UP Muara Karang.
2. *Survey* lapangan (studi lapangan), yaitu proses pengamatan serta pengambilan data.
3. Pemahaman komponen–komponen utama, cara kerjanya serta fungsinya yang terdapat di desalinasi. Dalam pemahaman komponen–komponen utama, terdapat 2 proses yang terlibat yaitu proses kondensasi dan proses evaporasi.
4. Analisis *performance ratio* desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B PT. PJB UP Muara Karang.
5. Pengolahan dan analisis data hasil.
6. Kesimpulan.

3.5. Metode Analisa HMI

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sebuah *interface* atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin. HMI juga merupakan *user interface* dan sistem kontrol untuk manufaktur.

HMI mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
2. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
3. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.

4. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan *alarm* jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
5. Menampilkan data pola kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical (trending history/ real time)*.

HMI memvisualisasikan kejadian, peristiwa, ataupun proses yang sedang terjadi di *plant* secara nyata sehingga dengan HMI oprator lebih mudah dalam melakukan pekerjaan fisik. Biasanya HMI digunakan juga untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi, serta memonitor beberapa bagian pada produksi.

3.6. Prosedur Analisis Rasio Kinerja (*performance ratio*)

3.6.1. Operasi Unit

Ada tiga macam sistem operasinya, yaitu: *full auto*, semi auto, dan manual.

1. Mode Operasi *Full Auto*

Unit dapat di-*start* dan di-*shutdown* dengan satu klik operasi berdasarkan perintah yang telah diprogramkan sampai proses selesai. Ketika operasi *full auto*, semua motor dan *control valve* yang beroperasi harus dalam posisi *auto*.

2. Mode Operasi *Semi Auto*

Selama operasi *full auto*, beberapa pompa dan katup memungkinkan untuk diposisikan secara man terisolasi dari program perintah operasi. Pada kasus ini, operator dapat memilih posisi manual dengan sendirinya.

3. Mode Operasi *Manual*

Semua pompa dan *control valve* diposisikan ke Man. Unit dapat di-*start* dan di-*shutdown* secara manual setiap peralatan sesuai dengan perintah operator.

3.6.2. Operasi Normal

Instruksi ini berisi petunjuk pengoperasian *desalination plant*. Tidak mencakup setiap bagian yang mungkin terjadi dalam proses desalinasi. Operator harus familiar terhadap posisi peralatan, instrumentasi, peralatan control, dan sebagainya serta akses terhadapnya.

Operator harus selalu peduli setiap perubahan parameter operasi, seperti: temperatur, tekanan, *flow*, dan *levelnya*. Berbagai *alarm* akan muncul apabila terjadi kondisi yang tidak terkontrol.

Ketika perubahan *set poin* atau manual *adjustment* dilakukan, koreksi sederhana dalam setiap perubahan kecil *adjustment* naik/turun dapat terjadi, butuh waktu antara *adjustment* ke kondisi baru untuk mencapai kondisi stabil.

Data operasional parameter penting dapat dicatat untuk pengecekan apabila terjadi perbedaan terhadap data operasi normal. Diperlukan petunjuk *troubleshooting* untuk melacak perbedaan tersebut. Diagram alir operasi normal dapat dilihat pada lampiran A.

3.6.3. Persiapan Start-Up

1. Peralatan dan Piping

- 1) Periksa ada tidaknya sambungan yang kendor, peralatan rusak, *control*, alat ukur (*gauge*), *fitting*, dan *piping*. Sambungan yang rusak atau kendor mengakibatkan hasil *vacuum* yang kurang dan penurunan produksi.
- 2) Periksa saringan (*strainer*) berikut dan bersihkan bila diperlukan.

2. Pelumasan

Periksa semua *level* oli pelumas dari semua pompa, atau peralatan lainnya yang memerlukan pelumasan.

3. Motor Control Center (MCC)

- 1) Periksa semua MCCB dan MCB menyala.
- 2) Periksa lampu indikasi setiap fasa menyala.

4. Local Control Panel

- 1) Pastikan *power* untuk lampu menyala.
- 2) Pastikan semua MCB, *circuit protector* menyala.
- 3) Pastikan *emergency button*, kuncinya dalam keadaan *release*.
- 4) Pilih “*SYSTEM OVERVIEW*” pada “*MAIN MENU*”.

5. Persiapan Larutan Scale Inhibitor

6. Persiapan Larutan Sodium Bi-sulfite

7. Start Desalination Plant

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil serta analisis dari rasio kinerja (*Performance Ratio*) desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B PT. Pembangkit Jawa Bali UP Muara Karang. Adapun data–data yang digunakan dalam analisis rasio kinerja (*Performance Ratio*) desalinasi PLTGU blok 2 unit 1A dan 1B ini diperoleh dari *daily report* periode bulan Maret 2016 yang ada di desalinasi PLTGU blok 2 PT. Pembangkit Jawa Bali UP Muara Karang. Rincian *daily report* dapat dilihat pada lampiran C.

Hasil rata-rata rasio kinerja (*performance ratio*) dengan hasil rata-rata parameter-parameter yang terlibat dalam menentukan nilai rasio kinerja (*performance ratio*) pada bulan Maret 2016.

4.1. Hasil Penelitian

Pada Tabel 4.1. menunjukkan hasil indikator-indikator yang dihitung untuk menentukan rasio kinerja *desalination plant* di PLTGU blok 2 unit A yang di miliki oleh PT. PJB UP. Muara karang di bulan Maret 2016.

Tabel 4.1 Hasil Indikator-Indikator *Performance Ratio* Unit A

No	Parameter	Satuan/ unit	Tanggal (Maret 2016)															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	<i>1st vent ejector pressure</i>	bar	3,2	3,2	3,34	3,2	3,2			3,16	3,2	3,15	3,13	3,13	3,2	3,2	3,18	
2	<i>2nd vent ejector pressure</i>	bar	3,33	3,3	3,28	3,3	3,3			3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,32	3,4	
3	<i>Main ejector steam pressure</i>	bar	2,98	2,99	3	2,99	2,98			2,98	3	2,98	2,98	2,98	2,99	3,2	3	
4	<i>Product water totalizer</i>	ton	495,1	572,4	566,1	568,8	572,88			587,5	587,5	580	585,3	581	578,5	572,3	572,2	
5	<i>Gross output</i>	ton/jam	20,6	23,9	23,6	23,7	23,9			24,5	24,5	24,2	24,4	24,2	24,1	23,8	23,8	
6	<i>Steam flow main ejector</i>	ton/jam	2,83	2,84	2,84	2,84	2,83			2,82	2,84	2,84	2,81	2,83	2,84	2,99	2,84	
7	<i>Steam flow 1st and 2 nd ejector</i>	ton/jam	0,553	0,553	0,56	0,553	0,553			0,551	0,553	0,552	0,546	0,551	0,552	0,553	0,558	
8	<i>Total steam flow</i>	ton/jam	2,83	2,84	2,84	2,84	2,83			2,83	2,84	2,81	2,81	2,83	2,84	2,99	2,84	
9	<i>Net output of product</i>	ton/jam	21	20,8	20,9	21,1	6,9			21,7	21,3	21,4	21,4	21,3	21	21	21,2	
10	<i>TDS</i>	ppm	2,97	2,65	2,0665	1,73	1,635			1,135	0,925	1,07	1,45	1,33	1,475	1,43	1,16	
11	<i>Product water temperature</i>	°C	40,3	40	40,4	40,5	40,16			41,9	42	42,125	42	42	41,75	41,5	41,83	
12	<i>Performance ratio</i>		7,49	7,38	7,41	7,49	7,49			7,72	7,58	7,68	7,62	7,58	7,48	7,26	7,54	

Tabel 4.2 Hasil Indikator-Indikator *Performance Ratio* Unit A (Lanjutan)

No	Parameter	Satuan/ unit	Tanggal (Maret 2016)															Rata-rata
			17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	<i>1st vent ejector pressure</i>	bar		3.16	2.86	2.8	2.96	3.11	3.06	3.06	3.2	3.15	3.2	3.15	3.15	3.12	3.1	3.11857143
2	<i>2nd vent ejector pressure</i>	bar		2.93	3	2.8	3.1	3.41	3.13	3.13	3.4	3.38	3.3	3.32	3.32	3.36	3.33	3.25678571
3	<i>Main ejector steam pressure</i>	bar		2.97	2.97	2.97	2.98	3	2.98	2.98	3	3	3	3	3	3	3	2.99571429
4	<i>Product water totalizer</i>	ton		566.3	566.3	563.4	578.4	576.3	574.8	571.6	405.3	574.3	574.3	574.3	574.3	580.7	552.7	556.11
5	<i>Gross output</i>	ton/jam		23.6	23.6	23.5	24.1	24	24	23.8	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	24.2	23	23.7321429
6	<i>Steam flow main ejector</i>	ton/jam		2.8	2.77	2.77	2.8	2.82	2.82	2.82	2.85	2.84	2.83	2.84	2.85	2.84	2.84	2.83178571
7	<i>Steam flow 1st and 2 nd ejector</i>	ton/jam		0.521	0.502	0.484	0.517	0.535	0.53	0.53	0.56	0.555	0.55	0.547	0.55	0.552	0.547	0.54235714
8	<i>Total steam flow</i>	ton/jam		2.8	2.77	2.77	2.8	2.82	2.82	2.82	2.85	2.84	2.83	2.84	2.85	2.84	2.84	2.83107143
9	<i>Net output of product</i>	ton/jam		20.8	20.7	21.3	21.2	21	21	21	14.1	21.1	21.1	21.1	21.4	20.2	20.8	20.25
10	<i>TDS</i>	ppm		1.6	1.275	2.38	2.29	2.183	1.54	1.395	0.705	1.225	2.08	1.66	1.73	1.545	2.63	1.65373214
11	<i>Product water temperature</i>	°C		41.16	42.33	43	42	41.16	40	40	41	41	41	43	41.75	41	41	41.3523214
12	<i>Performance ratio</i>			7.41	7.36	7.59	7.55	7.48	7.48	7.48	7.22	7.49	7.49	7.49	7.59	7.17	7.39	7.45857143

*Keterangan :

Tanggal yang berwarna merah (6,7, dan 16) menunjukkan unit tersebut tidak beroperasi.

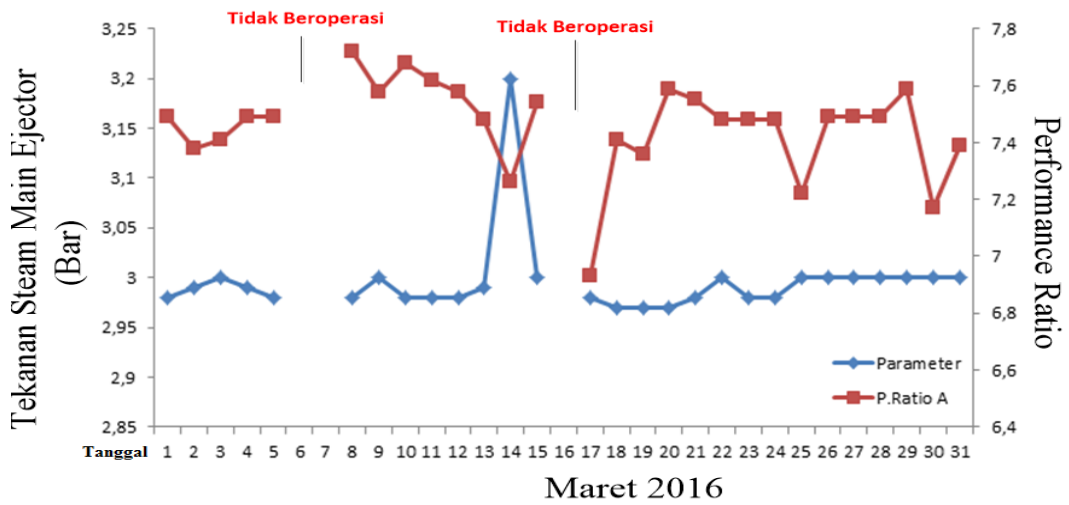
Tabel 4.3. menunjukkan hasil indikator-indikator yang dihitung untuk menentukan rasio kinerja unit B bulan Maret 2016.

Tabel 4.3 Hasil Indikator-Indikator *Performance Ratio* Unit B

No	Parameter	Satuan	Tanggal (Maret 2016)							Rata-rata
			16	17	18	19	20	21	23	
1	1st vent ejector pressure	bar	3,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,21429
2	2nd vent ejector pressure	bar	3,5	3,3	3,25	3,2	3,1	3,2	3,2	3,25
3	Main ejector steam pressure	bar	3,1	3	2,99	3,1	3	3	2,99	3,02571
4	Product water totalizer	ton	157,9	320	140,4	295,1	314,6	134,2	55,4	202,514
5	Gross output	ton/jam	10,9	13,3	5,9	12,3	13,1	5,6	2,3	9,05714
6	Steam flow main ejector	ton/jam	2,65	2,99	2,98	3,05	2,96	2,6	2,79	2,86
7	Steam flow 1st and 2 nd ejector	ton/jam	0,523	0,58	0,577	0,571	0,271	0,498	0,53	0,50714
8	Total steam flow	ton/jam	2,65	2,99	2,98	3,05	2,96	2,6	2,79	2,86
9	Net output of product	ton/jam	8,2	10,3	2,9	9,2	10,3	3	-0,5	6,2
10	IDS	ppm	2,088	1,755	2,27	1,85	3,185	3,44	2,0835	2,38164
11	Product water temperature	°C	45	45,5	44	44,33	45	45	48	45,2614
12	Performance ratio		3,12	3,45	2,49	3,03	3,65	1,15	-0,17	2,38857

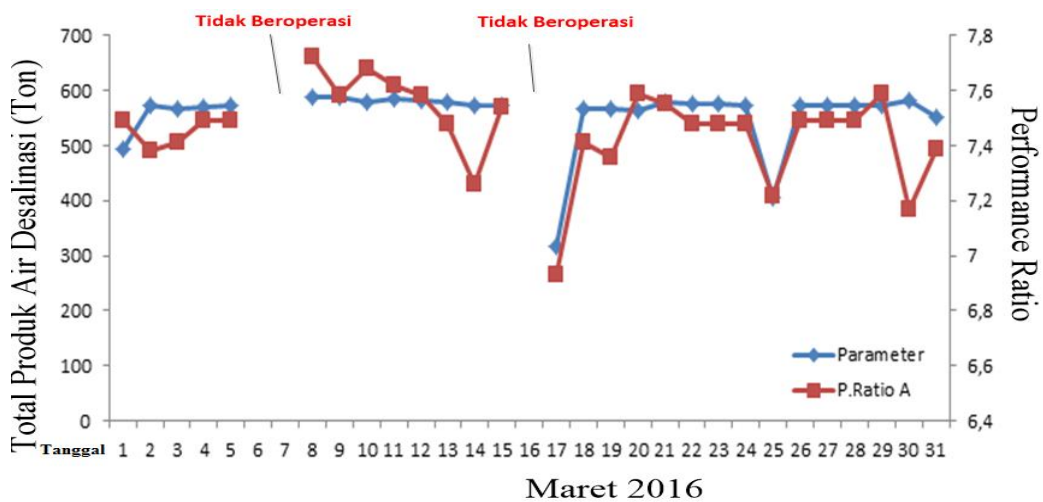
4.2. Pembahasan

Grafik hasil indikator-indikator yang dihitung untuk menentukan rasio kinerja unit A bulan Maret 2016



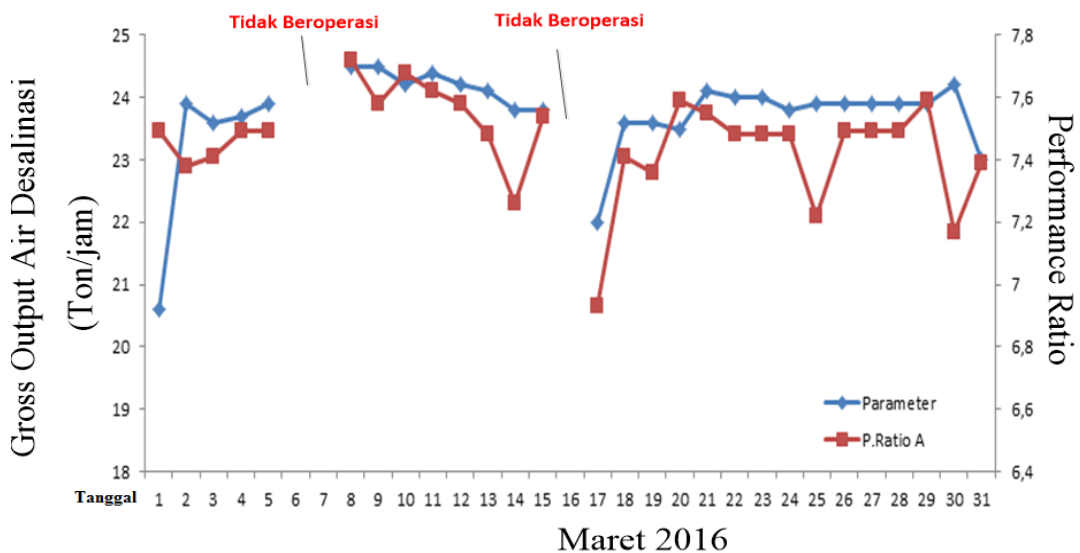
Gambar 4.1. Tekanan Steam Main Ejector Unit 1A

Pada tanggal 2 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam pada main ejector didapat sebesar 2,99 bar dengan nilai performance ratio sebesar 7,38. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam pada main ejector didapat sebesar 3 bar dengan nilai performance ratio sebesar 7,39. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan tekanan pada steam ejector dapat mengakibatkan kenaikan pada nilai performance ratio. Menurut penulis, hal tersebut terjadi diakibatkan karena tekanan pada steam ejector mengalami kenaikan, maka akan berdampak pada mudahnya terjadi vakum di dalam proses. Apabila proses vakum tinggi, maka proses evaporasi dan kondensasi akan mudah terjadi sehingga mengakibatkan naiknya nilai performance ratio.



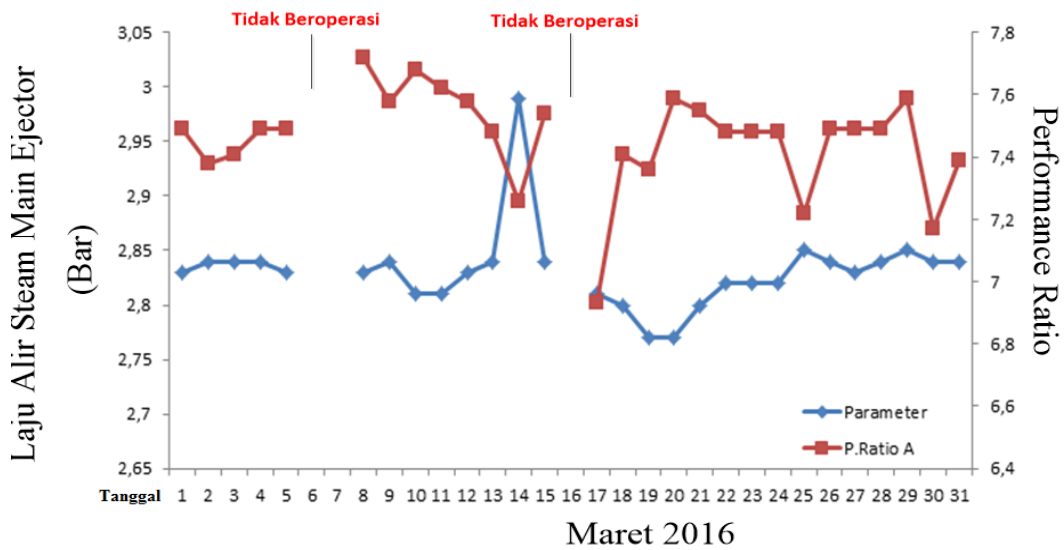
Gambar 4.2. Total Produk Air Desalinasi Unit 1A

Pada tanggal 1 Maret, nilai dari total produk air yang didapat sebesar 495,1 ton dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,49. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai dari total produk air yang didapat sebesar 552,7 ton dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis, nilai *performance ratio* menurun seiring dengan berkurangnya produk yang dihasilkan mungkin diakibatkan karena ketika akhir proses dilakukan pembuangan (*blowdown*) pada *brine* sisa proses yang cukup besar dan atau dilakukan pembuangan yang cukup besar pada air produk yang masih mengandung nilai konduktivitas tinggi menuju ke pembuangan sementara (*dump*).



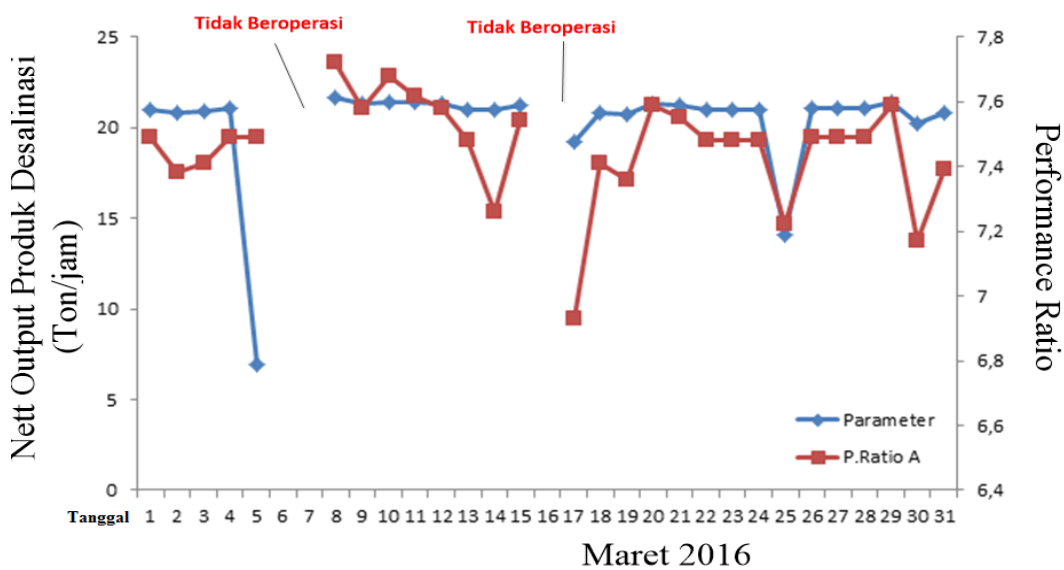
Gambar 4.3. Gross Output Air Desalinasi Unit 1A

Pada tanggal 1 Maret, nilai dari *gross output* air produk yang didapat sebesar 20,6 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,49. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai dari *gross output* air produk yang didapat sebesar 23 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis, nilai *performance ratio* menurun seiring dengan menurunnya nilai *gross output* diakibatkan karena ketika akhir proses dilakukan pembuangan (*blowdown*) pada *brine* sisa proses yang cukup besar dan atau dilakukan pembuangan air produk yang masih mengandung nilai konduktivitas tinggi menuju ke pembuangan sementara (*dump*).



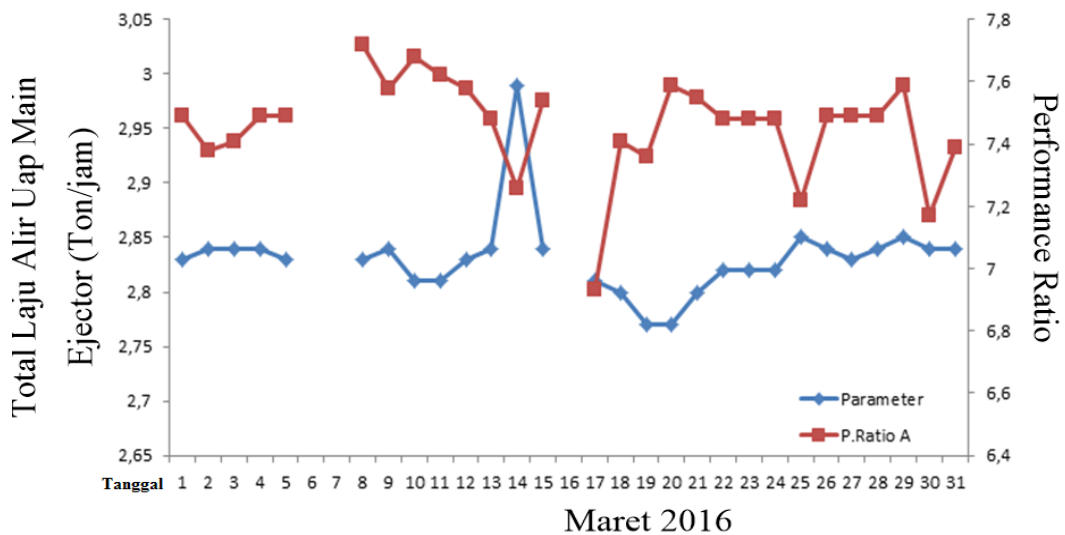
Gambar 4.4. Laju Alir Steam Main Ejector Unit 1A

Pada tanggal 17 Maret, nilai dari laju alir *steam Main Ejector* didapat sebesar 2,81 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 6,93. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai dari laju alir *steam ejector* didapat sebesar 2,84 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis, meningkatnya laju alir *steam main ejector* bisa meningkatkan nilai *performance ratio*. Hal tersebut akan memudahkan terjadinya vakum di dalam proses. Apabila proses vakum tinggi, maka proses evaporasi dan kondensasi akan mudah terjadi sehingga mengakibatkan naiknya nilai *performance ratio*.



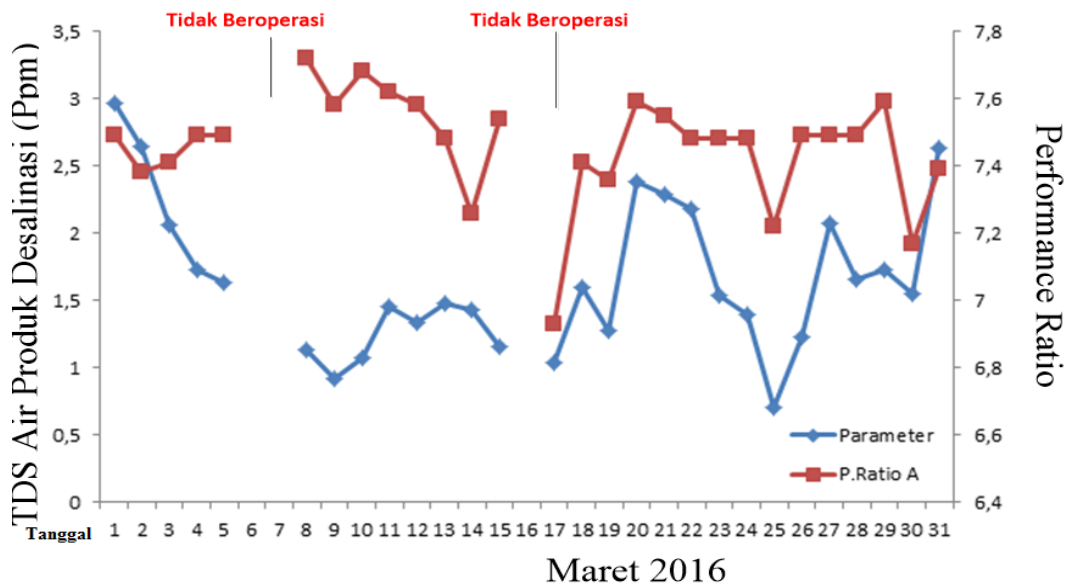
Gambar 4.5. Nett Output of Product Desalinasi Unit 1A

Pada tanggal 1 Maret, nilai dari *nett output* dari produk didapat sebesar 21 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,49. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai dari *nett output* dari produk didapat sebesar 20,8 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis, menurunnya *performance ratio* seiring dengan menurunnya *nett output* dari produk diakibatkan karena menurunnya nilai *gross output* produk yang dihasilkan. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, nilai *gross output* dapat menurun apabila terdapat cukup banyak pembuangan (*blowdown*) pada *brine* sisa proses dan atau pembuangan air produk yang masih mengandung nilai konduktivitas tinggi menuju ke pembuangan sementara (*dump*).



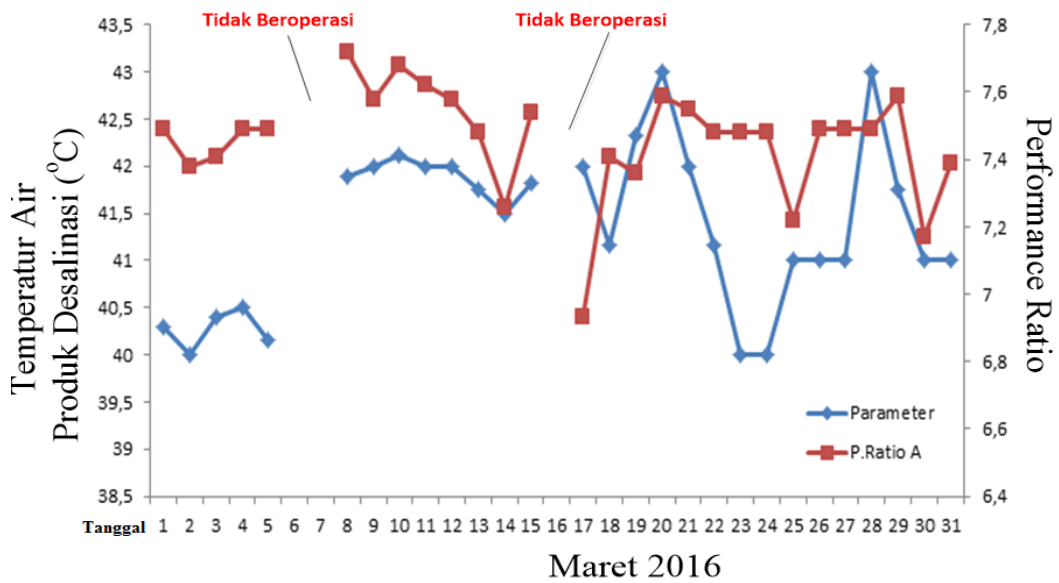
Gambar 4.6. Total Laju Alir Steam Desalinasi Unit 1A

Pada tanggal 17 Maret, nilai dari laju alir *steam Main Ejector* didapat sebesar 2,81 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 6,93. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai dari laju alir *steam ejector* didapat sebesar 2,84 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis, meningkatnya laju alir *steam main ejector* bisa meningkatkan nilai *performance ratio*. Hal tersebut akan memudahkan terjadinya vakum di dalam proses. Apabila proses vakum tinggi, maka proses evaporasi dan kondensasi akan mudah terjadi sehingga mengakibatkan naiknya nilai *performance ratio*.



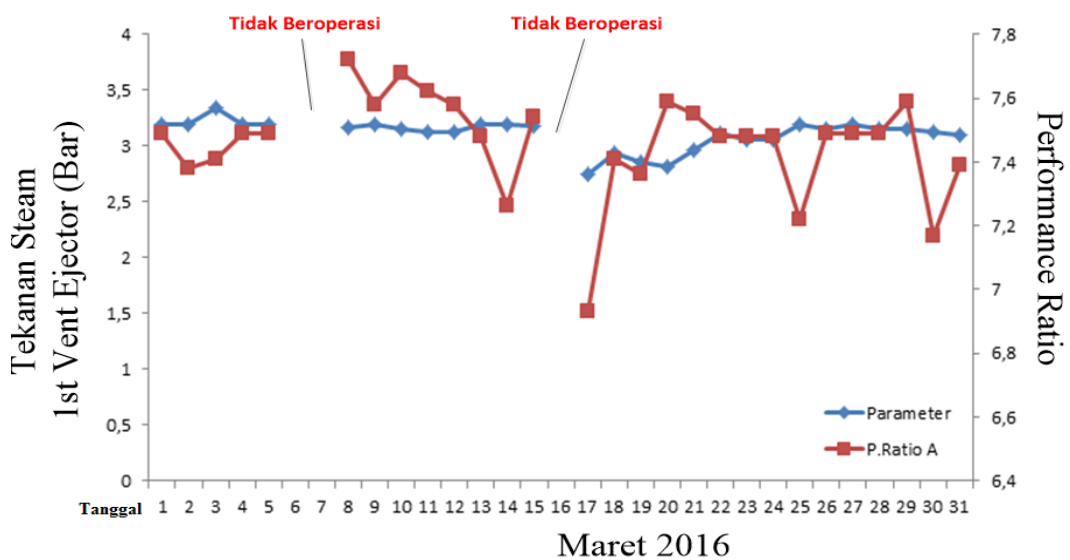
Gambar 4.7. TDS Air Produk Desalinasi Unit 1A

Pada tanggal 3 Maret, nilai TDS dari produk didapat sebesar 2,0665 ppm dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,41. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai TDS dari produk didapat sebesar 2,63 ppm dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis, meningkatnya TDS dapat menurunkan nilai *performance ratio*, Hal tersebut diakibatkan karena cukup banyaknya pembuangan (*blowdown*) pada *brine* sisa proses sehingga mengakibatkan menurunnya nilai dari *gross output* produk yang akhirnya menyebabkan menurunnya nilai *performance ratio*, dan pembuangan air produk yang memiliki TDS tinggi ke dump.



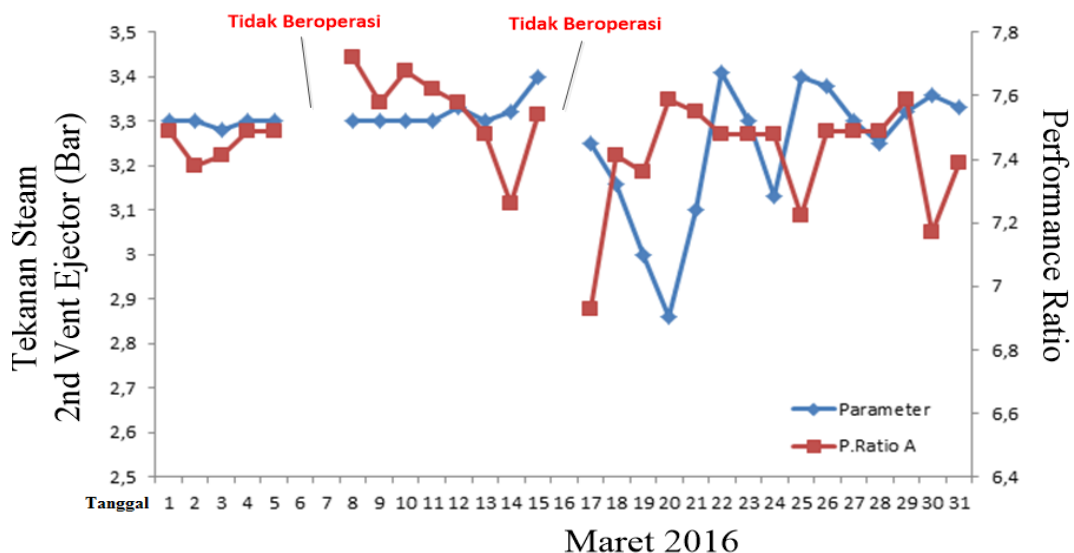
Gambar 4.8. Temperatur Air Produk Desalinasi Unit 1A

Pada tanggal 1 Maret, nilai temperatur produk didapat sebesar $40,3^{\circ}\text{C}$ dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,49. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai temperatur produk didapat sebesar 41°C dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan nilai temperatur produk dapat mengakibatkan menurunnya nilai *performance ratio*. Hal tersebut diakibatkan karena produk yang dihasilkan akan bersuhu tinggi apabila vakum sistem rendah (tekanan sistem tinggi).



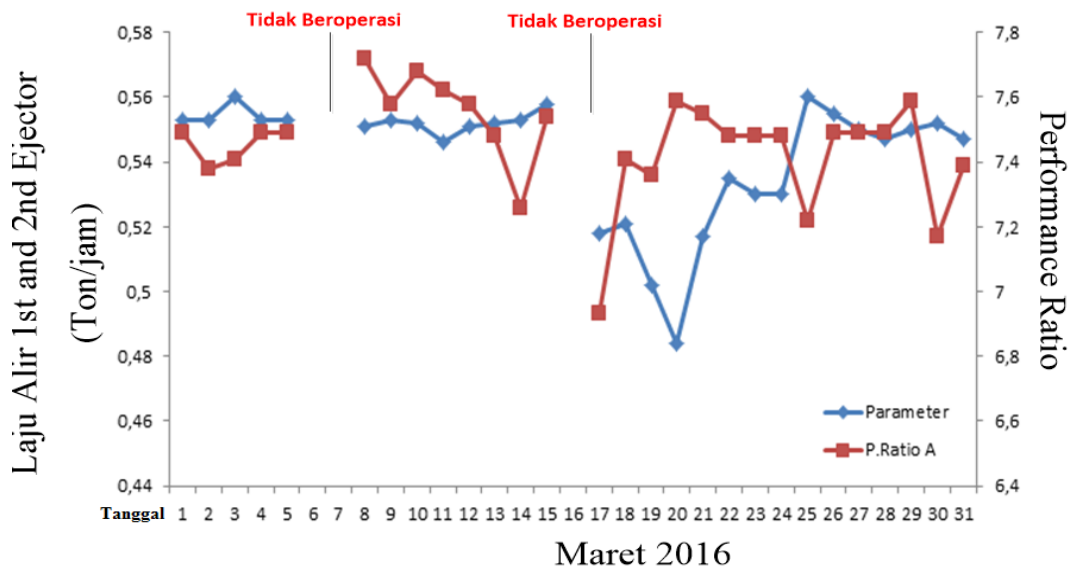
Gambar 4.9. Tekanan Uap 1st Vent Ejector Unit 1A

Pada tanggal 1 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam *1st vent ejector* didapat sebesar 3,2 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,49. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam pada *main ejector* didapat sebesar 3,1 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan pada *1st vent ejector* dapat mengakibatkan penurunan pada nilai *performance ratio*. Menurut penulis, hal tersebut terjadi diakibatkan karena kecilnya tekanan steam *1st vent ejector*, maka proses vakum proses akan rendah sehingga mengakibatkan sulit terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.



Gambar 4.10. Tekanan Uap 2nd Vent Ejector Unit 1A

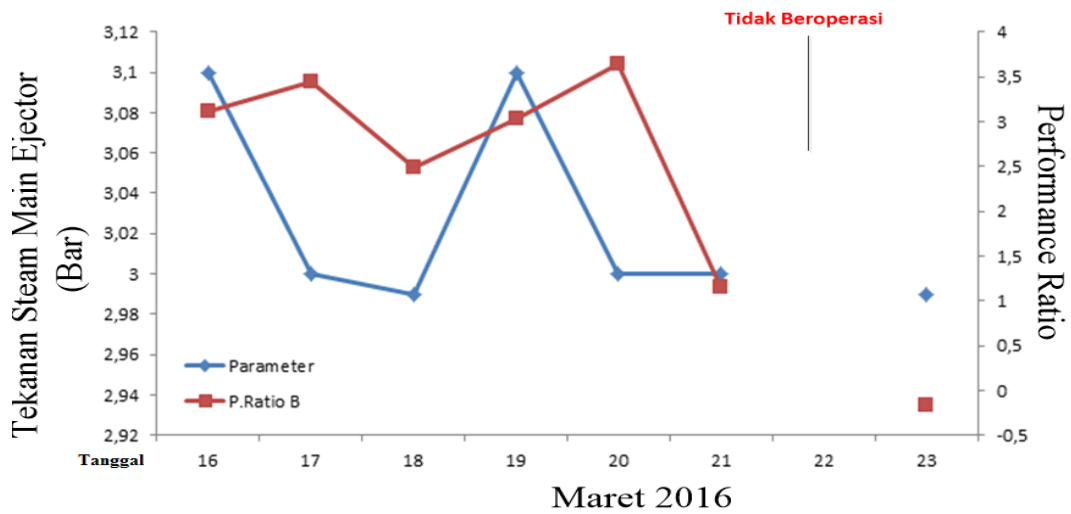
Pada tanggal 2 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam *2nd vent ejector* didapat sebesar 3,3 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,38. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam pada *main ejector* didapat sebesar 3,33 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan pada *2nd vent ejector* dapat mengakibatkan penurunan pada nilai *performance ratio*. Menurut penulis, hal tersebut mungkin terjadi diakibatkan karena kecilnya tekanan steam *2nd vent ejector*, maka proses vakum proses akan rendah sehingga mengakibatkan sulit terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.



Gambar 4.11. Laju Alir Uap *1st and 2nd Ejector* Unit 1A

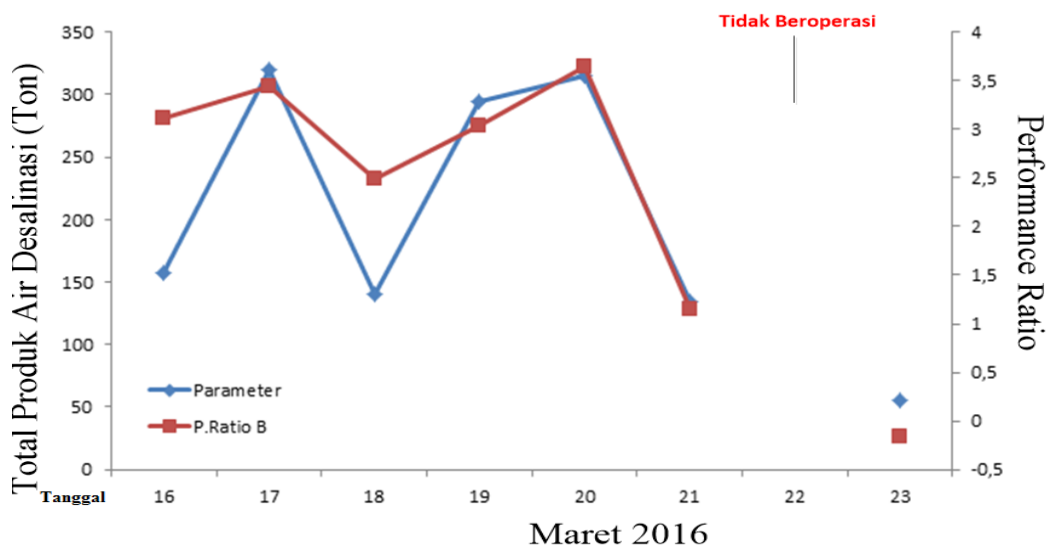
Pada tanggal 1 Maret, nilai dari laju alir *steam 1st and 2nd ejector* didapat sebesar 0,553 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,49. Sedangkan pada tanggal 31 Maret, nilai dari total laju alir *steam* didapat sebesar 0,547 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 7,39. Menurut penulis,menurunnya laju alir *steam 1st dan 2nd ejector* bisa mempengaruhi menurunnya nilai *performance ratio*. Hal tersebut terjadi karena laju alir yang kecil dapat menaikkan tekanan sistem sehingga vakum rendah yang menyulitkan terjadinya proses di dalam sistem.

Grafik hasil indikator-indikator yang dihitung untuk menentukan rasio kinerja unit B bulan Maret 2016



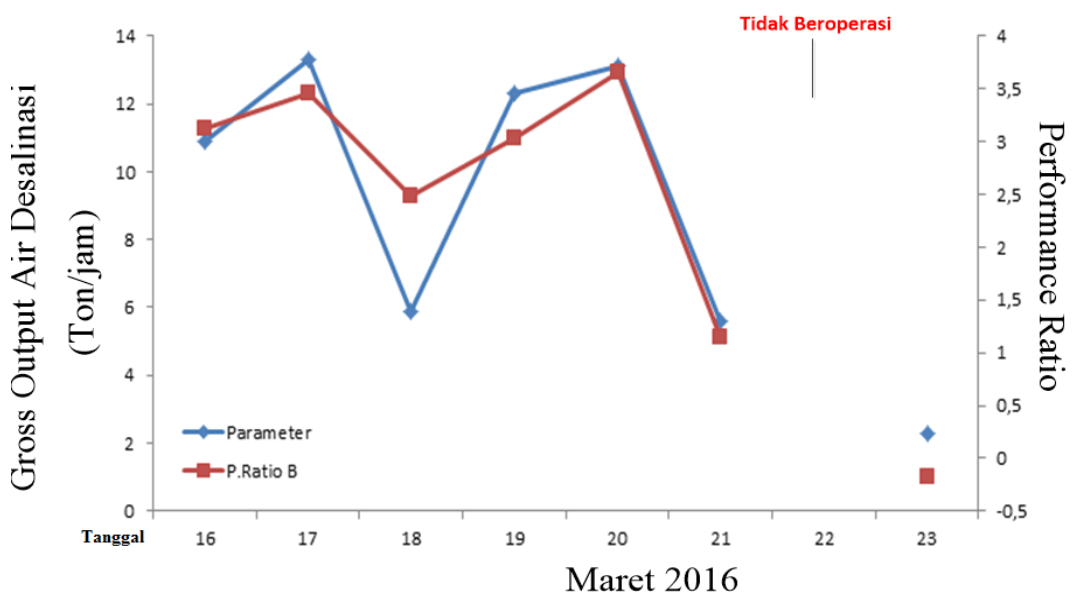
Gambar 4.12. Tekanan Steam Main Ejector Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai rata-rata dari tekanan *steam* pada *main ejector* didapat sebesar 3,1 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,14. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai rata-rata dari tekanan *steam* pada *main ejector* didapat sebesar 2,99 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan pada *steam ejector* dapat mengakibatkan penurunan pada nilai *performance ratio*. Menurut penulis, hal tersebut terjadi kerusakan pada sistem vakum yang menyebabkan *performance ratio* menurun drastis.



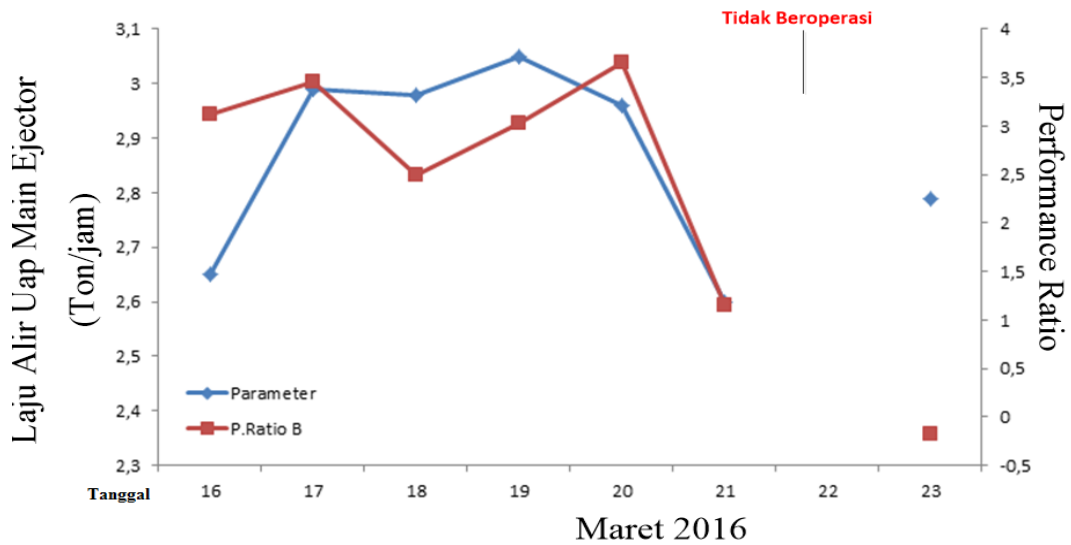
Gambar 4.13. Total Produk Air Desalinasi Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai dari total produk air yang didapat sebesar 157,9 ton dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,12. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai dari total produk air yang didapat sebesar 55,4 ton dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, nilai *performance ratio* menurun seiring dengan berkurangnya produk yang dihasilkan diakibatkan karena terjadinya kerusakan pada sitem vakum yang menyebabkan *performance ratio* menurun drastis.



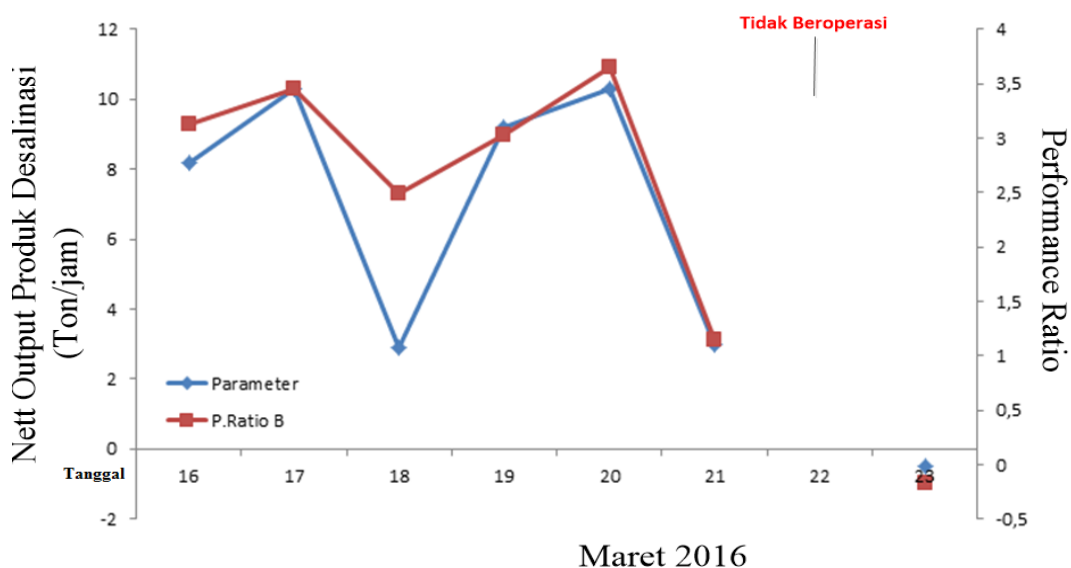
Gambar 4.14. Gross Output Air Desalinasi Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai dari *gross output* air produk yang didapat sebesar 10,9 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,12. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai dari *gross output* air produk yang didapat sebesar 2,3 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, nilai *performance ratio* menurun seiring dengan menurunnya nilai *gross output* diakibatkan karena terjadinya kerusakan pada sitem vakum yang menyebabkan *performance ratio* menurun drastis.



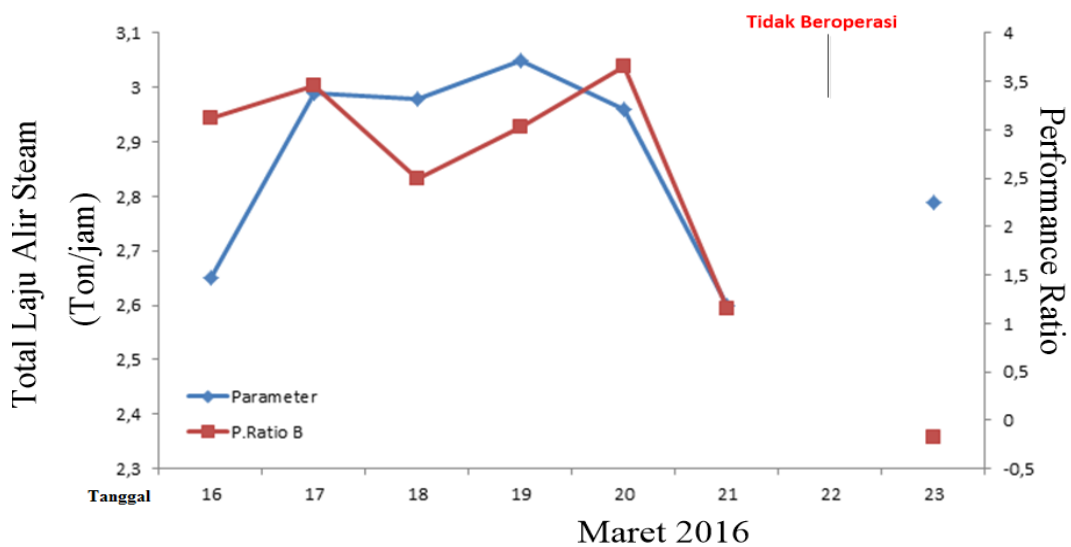
Gambar 4.15. Lajur Alir Steam Main Ejector Unit 1B

Pada tanggal 17 Maret, nilai dari laju alir *steam main ejector* didapat sebesar 2,99 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,45. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai dari laju alir *steam main ejector* didapat sebesar 2,79 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, menurunnya laju alir *steam main ejector* bisa menurunkan nilai *performance ratio*. Hal tersebut akan menghambat terjadinya vakum di dalam proses. Apabila proses vakum rendah, maka proses evaporasi dan kondensasi akan sulit terjadi sehingga mengakibatkan turunnya nilai *performance ratio*.



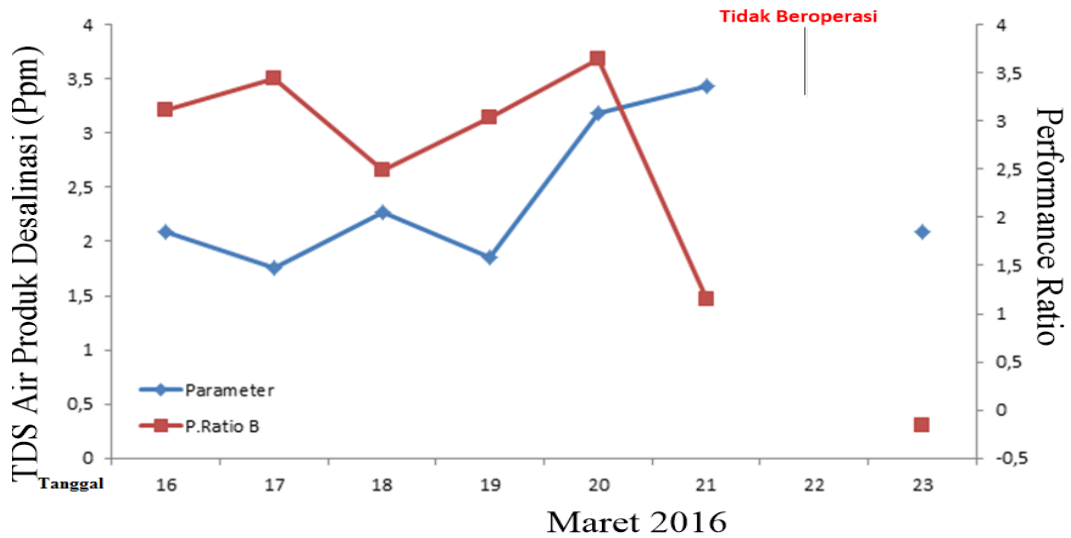
Grafik 4.16. Nett Output of Product Desalinasi Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai dari *nett output* dari produk didapat sebesar 8,2 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,12. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai dari *nett output* dari produk didapat sebesar -0,5 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, menurunnya *performance ratio* seiring dengan menurunnya *nett output* dari produk diakibatkan karena terjadinya kerusakan pada sistem vakum yang menyebabkan *performance ratio* menurun drastis.



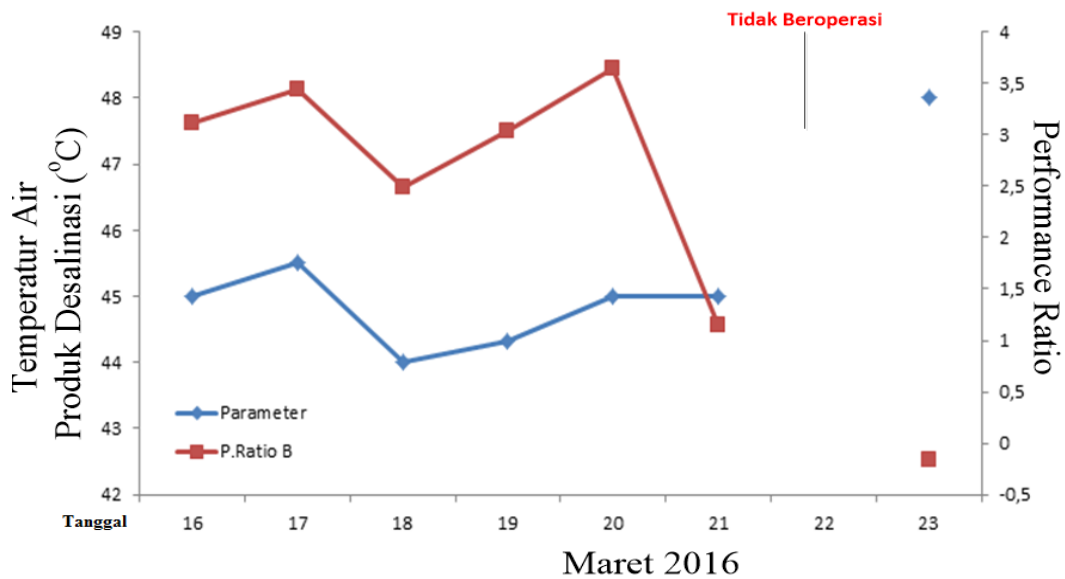
Grafik 4.17. Total Laju Alir Steam Desalinasi Unit 1B

Pada tanggal 17 Maret, nilai dari laju alir *steam main ejector* didapat sebesar 2,99 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,45. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai dari laju alir *steam main ejector* didapat sebesar 2,79 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, menurunnya laju alir *steam main ejector* bisa menurunkan nilai *performance ratio*. Hal tersebut akan menghambat terjadinya vakum di dalam proses. Apabila proses vakum rendah, maka proses evaporasi dan kondensasi akan sulit terjadi sehingga mengakibatkan turunnya nilai *performance ratio*.



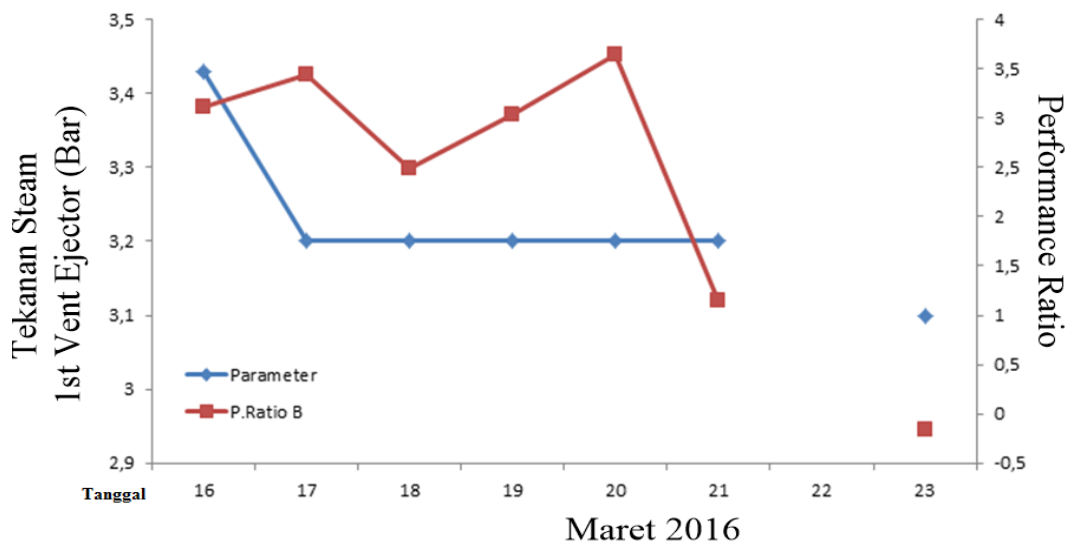
Gambar 4.18. TDS Air Produk Desalinasi Unit 1B

Pada tanggal 17 Maret, nilai TDS dari produk didapat sebesar 1,755 Ppm dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,45. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai TDS dari produk didapat sebesar 2,0835 Ppm dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, meningkatnya TDS dari produk dapat mengakibatkan menurunnya *performance ratio*. Hal tersebut diakibatkan karena cukup banyaknya pembuangan (*blowdown*) pada *brine* sisa proses sehingga mengakibatkan menurunnya nilai dari *gross output* produk yang akhirnya menyebabkan menurunnya nilai *performance ratio*, dan pembuangan air produk yang memiliki TDS tinggi ke dump.



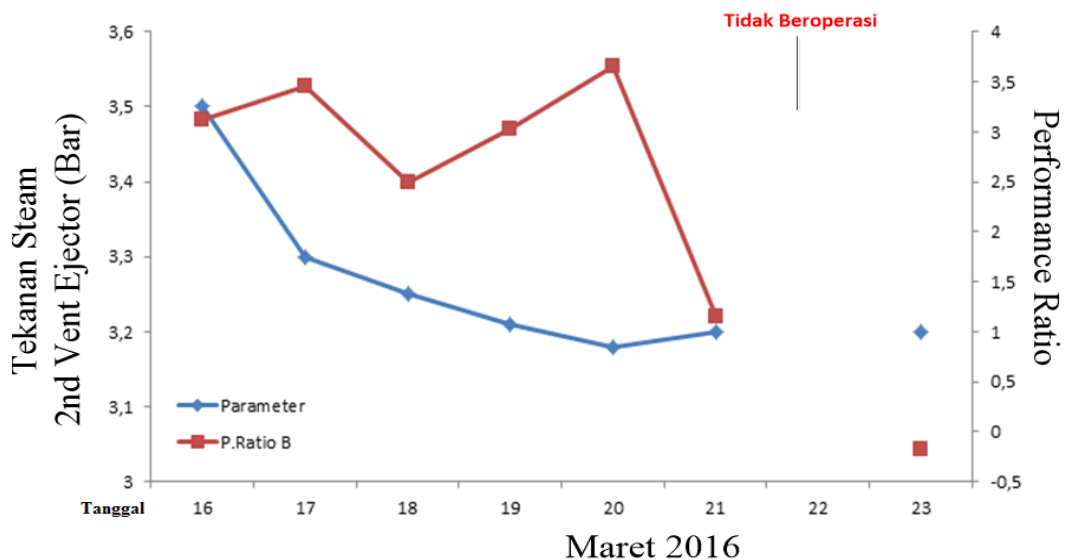
Gambar 4.19. Temperatur Air Produk Desalinasi Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai temperatur produk didapat sebesar 45°C dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,12. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai temperatur produk didapat sebesar 48°C dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, kenaikan nilai temperatur produk dapat mengakibatkan menurunnya nilai *performance ratio*. Hal tersebut diakibatkan karena produk yang dihasilkan akan bersuhu tinggi apabila vakum sistem rendah (tekanan sistem tinggi).



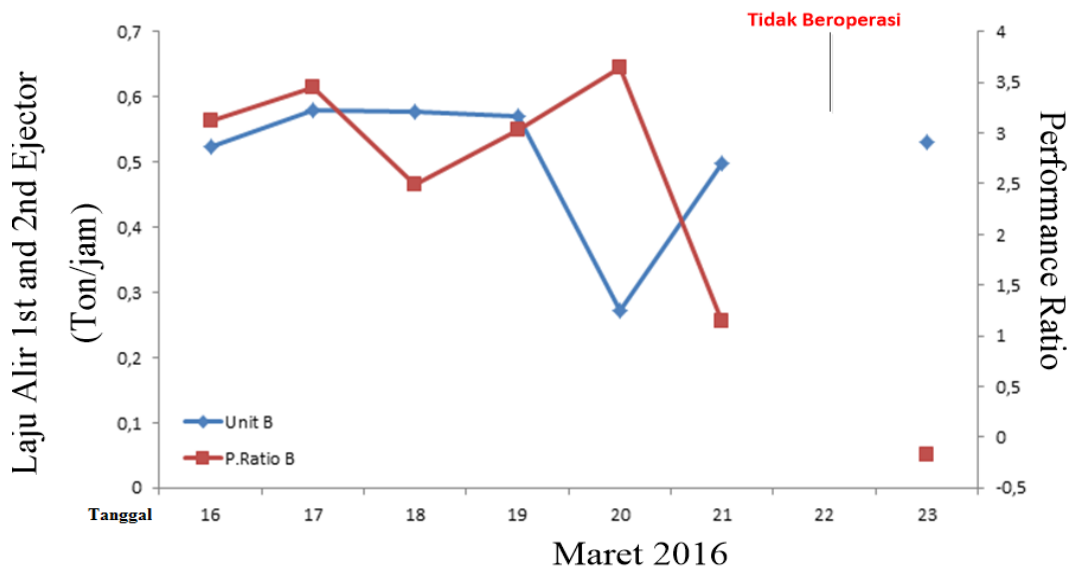
Gambar 4.20. Tekanan Uap 1st Vent Ejector Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam *1st vent ejector* didapat sebesar 3,4 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,12. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam pada *main ejector* didapat sebesar 3,1 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan pada *1st vent ejector* dapat mengakibatkan penurunan pada nilai *performance ratio*. Menurut penulis, hal tersebut terjadi diakibatkan karena kecilnya tekanan steam *1st vent ejector*, maka proses vakum akan rendah sehingga mengakibatkan sulit terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.



Gambar 4.21. Tekanan Uap 2nd Vent Ejector Unit 1B

Pada tanggal 16 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam *2nd vent ejector* didapat sebesar 3,5 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,12. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai rata-rata dari tekanan steam pada *main ejector* didapat sebesar 3,33 bar dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan pada *2nd vent ejector* dapat mengakibatkan penurunan pada nilai *performance ratio*. Menurut penulis, hal tersebut terjadi diakibatkan karena kecilnya tekanan steam *2nd vent ejector*, maka proses vakum akan rendah sehingga mengakibatkan sulit terjadinya proses evaporasi dan kondensasi.



Gambar 4.22. Laju Alir Uap 1st and 2nd Ejector Unit 1B

Pada tanggal 17 Maret, nilai dari laju alir *steam 1st dan 2nd ejector* didapat sebesar 0,58 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar 3,45. Sedangkan pada tanggal 23 Maret, nilai dari total laju alir *steam* didapat sebesar 0,53 ton/jam dengan nilai *performance ratio* sebesar -0,17. Menurut penulis, penurunan laju alir *steam 1st and 2nd ejector* bisa mempengaruhi menurunnya nilai *performance ratio*. Hal tersebut dikarenakan terjadinya kerusakan pada sistem vakum yang dapat menghambat terjadinya proses evaporasi dan kondensasi di dalam sistem.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Rasio kinerja (*performance ratio*) pada unit A desalinasi PLTGU blok 2 PT. PJB UP Muara Karang bulan Maret 2016 mencapai 7,45 pada rata-rata per bulan, sedangkan unit B desalinasi PLTGU blok 2 PT. PJB UP Muara Karang bulan Maret 2016 hanya 2,38 pada rata-rata per bulan.
Dapat disimpulkan, bahwa rasio kinerja unit A sudah memenuhi standar disain minimum *desalination plant*, dengan nilai standar minimumnya yaitu sebesar 6.0. Sedangkan, nilai rasio kinerja unit B jauh di bawah standar disain minimum *desalination plant*.
2. Hasil produk unit A desalinasi PLTGU blok 2 PT. PJB UP Muara Karang bulan Maret 2016 mencapai rata-rata per bulan sebesar 556,83 ton, sedangkan unit B desalinasi PLTGU blok 2 PT. PJB UP Muara Karang bulan Maret 2016 hanya mencapai rata-rata per bulan 202,51 ton.
3. Rasio kinerja (*Performance ratio*) dan hasil produk Unit B desalinasi PLTGU blok 2 PT. PJB UP Muara Karang bulan Maret 2016 berada pada nilai 3x lebih kecil dari pada unit A pada hal tersebut dikarenakan terdapat unit-unit parameter *input* yang mengalami kerusakan. Menurut hasil penelitian penulis, hal-hal tersebut yaitu:
 - a. Sistem unit pada parameter *input* vakum ejector terdapat kebocoran di-*main ejector*, sehingga air laut sulit untuk menguap dibawah suhu 100° C yang mengakibatkan produk yang dihasilkan sedikit.
 - b. Pengaturan parameter *input sea water supply pressure* pada pompa laju alir air laut yang masuk kecil, maka tekanan proses akan jauh dari titik vakum.
 - c. Parameter *input* pada temperatur air laut yang masuk terlalu tinggi suhunya maka mengakibatkan tekanan kondensor tinggi atau dengan kata lain vakum rendah.

- d. Parameter *input* pada *strainer* air laut masuk kurang maksimal dalam menyaring kotoran. Sehingga kotoran yang melewati *strainer* akan menengendap pada *tube-tube* kondensor. Pengendapan tersebut akan mengakibatkan sulitnya terjadi proses vakum di dalam proses.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar lebih memperhatikan sistem vakum dalam proses desalinasi. Karena sistem vakum merupakan parameter yang berperan besar dalam meningkatkan hasil produk desalinasi.
2. Pengecekan pada *strainer* air laut masuk harus dilakukan secara rutin, untuk membersihkan kotoran-kotoran yang dapat menghambat laju air laut masuk pada *strainer*.
3. *Maintenance desalination plant* harus dilakukan secara intensif karena ditemukan banyaknya kotoran yang terdapat dalam *chamber* di unit desalinasi.
4. Melakukan pengaturan pada pompa-pompa agar selalu dijaga pada titik standar operasional yang tidak boleh terlalu rendah.
5. Perlunya melakukan pemasangan *flow steam meter* indikator supaya tidak perlu untuk menghitung *flow steam* secara manual dan untuk memonitor laju alir dari *steam*.
6. Lebih memperhatikan unit *ejector* agar selalu terawat dan dicek secara rutin, karena *ejector* merupakan unit inti yang menentukan seberapa banyak produk yang ingin dihasilkan pada desalinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. *Water-side Corrosion and Boiler Feedwater Issues*. Romanian :Bechtel Corporation.
- Alimah, S., *Fenomena kerak dalam desalinasi dengan multi stage flash distillation (MSF)*, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, Vol. 8, No.1, 2006.
- Betz Laboratories, INC. 1973. *Betz Handbook Of Industrial Water Conditioning*. Pennsylvania : Betz Trevese.
- Daelami. 2009. *Laboratorium Kimia PLTU dan PLTGU*. Jakarta : UP MUARA KARANG.
- Daelami. 2010. *Pemurnian Air*. Jakarta : UP MUARA KARANG.
- Kemmer, F.N., *The Nalco water hand book*, Nalco Chemical Co, Mc Graw Hill Book CO. New York, 1979.
- Manual Book Desalination Technology and Its Application*, Sasakura Ltd. 1995.
- Mirna, *Mencegah pembentukan kalsium sulfat pada desalinasi air laut*, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 6, No.1, 2007.
- Nugroho, A., *Uraian umum tentang teknologi desalinasi*, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir, Vol. 6, No. 3&4, 2004.
- Petrucci, Ralph H.1985. *General Chemistry, Principles and Modern Application*. New Jersey :Collier-McMillan
- Redjeki, Sri. 2011. "Proses Desalinasi Dengan Membran", Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.

Said, Idaman Nusa. 2000. "*Pengolahan Payau Menjadi Air Minum Dengan Teknologi Multi Effect Distillation*", KELAIR BPPT.

Warhamna, 2010. Pengenalan, Pengoperasian, dan *Troubleshooting*. PT. PJB : *Manual Book Desalination Plant*, PT. PLN, Jakarta.

Water Treatment Engineering and Research Group. 2003. "*International Journal Of Engineering Research & Technology*" , *Aqua Resources International, Inc.*

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

MANUAL BOOK

Kata kunci

Istilah-istilah atau kata-kata khusus yang digunakan dalam mendefinisikan *desalination* unit

Anti-scale :	Larutan kimia yang di-dosing ke dalam ke air laut untuk meminimalkan efek pembentukan kerak pada permukaan pipa evaporator. “Anti-scalant” merupakan larutan kimia yang umum dipakai untuk tujuan tersebut.
Blowdown :	Buangan <i>brine</i> . Brine akan meninggalkan unit setelah sebagian teruapkan
Brine :	Semua bagian unit yang dilalui air laut
Demister :	Peralatan untuk mencegah butiran <i>brine</i> yang dibawa oleh uap hasil evaporasi. Umumnya terbuat dari anyaman kawat (<i>knitted wire mesh</i>) dari material tahan korosi.
Distillate :	Uap motif (<i>motive steam</i>) yang melewati <i>main ejector</i> , uap yang dibangkitkan di dalam <i>effect</i> , dan kondensasi uap pada R2 <i>condenser</i> , serta tertampung di dalam R2 <i>condenser</i> . Kondensat tersebut disebut sebagai <i>distillate</i> .
Effect :	Bagian dari evaporator yang terdiri dari : ruang uap (<i>vapor chamber</i>), heat transfer tube, ruangan brine

	(<i>brine chamber</i>), demister, dll.
Evaporator :	Gabungan dari semua <i>effect</i> , R1 dan R2 <i>condenser</i> .
Feed Seawater :	Air laut yang diumpakan ke dalam <i>effect</i> .
Heat Rejection Section :	<p>“<i>Heat Rejection Section</i>” adalah bagian dari evaporator di mana uap air temperatur rendah terkondensasi oleh air laut dan panasnya diambil air laut. Panas yang diambil air laut, secara teori sama dengan panas uap yang ke <i>main ejector</i> ditambah <i>losses</i> pada evaporator.</p> <p>“<i>Heat Rejection Section</i>” dibagi menjadi dua bagian, R1 <i>condenser</i> dan R2 <i>condenser</i>.</p>
Performance Ratio :	Ratio antara berat distilat dengan berat jumlah uap yang dipakai. Kata ini sering disebut sebagai “ <i>Gain Output Ratio (GOR)</i> ” atau “ <i>Economy</i> ”.
Scale :	Garam atau deposit yang menempel pada tube. Scale mempengaruhi perpindahan panas pada <i>effect</i> .
Shell side :	Ruangan atau konstruksi di luar dari <i>heat transfer tube</i> -nya <i>effect</i> , <i>heat rejection</i> .
Thermo-compressor :	<i>Steam jet ejector</i> menyedot <i>vapor</i> dari <i>effect</i> terakhir dan dikeluarkan ke dalam <i>effect</i> pertama bersama-sama <i>steam</i> .
Tube side :	Kebalikan dari <i>shell side</i>

Vapor :	Uap yang dihasilkan dari <i>brine</i> di dalam <i>effect</i> . Umumnya, kata “ <i>vapor</i> ” mengacu pada uap yang dihasilkan di evaporator. Sebaliknya, kata “ <i>steam</i> ” digunakan uap yang disuplai dari sumber lain.
---------	---

Spesifikasi Umum Peralatan Utama

1. Evaporator

: 00GD01AC001A/B

Material

Shell plate	:	316L stainless steel (SUS316L)
Inner partition plate	:	316L stainless steel (SUS316L)
Effect vapour chamber	:	304 stainless steel (SUS304)
Spray tray	:	316L stainless steel (SUS316L)
Effect tube	:	Titanium (TTH340W)
Effect tube sheet	:	316L stainless steel (SUS316L)
Effect tube support	:	316L stainless steel (SUS316L)
Condenser tube	:	Titanium (TTH340W)
Condenser tube sheet	:	317L stainless steel (SUS317L)
Condenser tube support	:	304 stainless steel (SUS304)

8. Main Ejector : 00GDG01BN001 A/B

No. of installed	:	1 / unit
Type	:	Steam jet
Material		

Nozzle	:	304 stainless steel (SUS304)
Vapor chamber	:	304 stainless steel (SUS304)
Diffuser	:	304 stainless steel (SUS304)

9. Vent Ejectors

1st Vent Ejector	:	00GDG01BN002 A/B
2nd Vent Ejector	:	00GDG01BN002 A/B

No. of installed	:	1 / unit
Type	:	Steam jet
Material		

Nozzle	:	304 stainless steel (SUS304)
Vapor chamber	:	304 stainless steel (SUS304)
Diffuser	:	304 stainless steel (SUS304)

10. Ejector Condenser : 00GDG01AC002 A/B

No. of installed	: 1 set / unit
Type	: Shell & tube
Material	
Shell plate	: 316L/904L stainless steel (SUS316L/904L)
Tube sheet	: 317L/904L stainless steel (SUS317L/904L)
Tube	: Titanium (TTH340W)

5. Centrifugal Pumps

a) Brine Blowdown Pump : 00GDG01AP001 A/B

No. of installed	: 1 / unit
Type	: Horizontal Centrifugal
Design capacity	: 70 m ³ / h
Total head	: 22 m
Fluid temperature	: 40.5 °C
Fluid density	: 1028 kg / m ³
Speed	: 1460 min ⁻¹
Coupling	: Flexible
Shaft seal	: Gland packing
Motor rated power	: 11 kW
Material	
Casing	: 316L Stainless steel (SCS16)
Impeller	: 316L Stainless steel (SCS16)
Shaft	: 316L Stainless steel (SUS316L)
Shaft sleeve	: 316L Stainless steel (SUS316L)

b) Product Water Pump :00GDG01AP002 A/B

No. of installed	: 1 / unit
Type	: Horizontal Centrifugal
Design capacity	: 30 m ³ / h
Total head	: 40 m
Fluid temperature	: 40.5 °C
Fluid density	: 991 kg / m ³
Speed	: 2920 min ⁻¹
Coupling	: Flexible
Shaft seal	: Gland packing
Motor rated power	: 7.5 kW
Material	
Casing	: 316L Stainless steel (SCS16)
Impeller	: 316L Stainless steel (SCS16)
Shaft	: 316L Stainless steel (SUS316L)
Shaft sleeve	: 316L Stainless steel (SUS316L)

c) Desalination Seawater Feed Pump : 00GDK11AP101/102

No. of installed	: 1 / unit
Type	: Vertical Centrifugal
Design capacity	: 315 m ³ / h
Total head	: 37 m
Fluid temperature	: 35 °C
Fluid density	: 1024 kg / m ³
Speed	: 1470 min ⁻¹
Coupling	: Flexible
Shaft seal	: Gland packing
Motor rated power	: 55 kW
Material	
Casing	: 316L Stainless steel (SCS16)
Impeller	: 316L Stainless steel (SCS16)
Shaft	: 316L Stainless steel (SUS316L)
Shaft sleeve	: 316L Stainless steel (SUS316L)

6. Scale Inhibitor Unit

a) Scale Inhibitor Pump : 00GDG01AP003 A/B

: 00GDG01AP004 A/B

No. of installed		:	2 sets / unit
Type		:	Diaphragm
Design capacity		:	0.0195 L / min
Capacity control		:	Manual Stroke Adjustment
Motor rated output		:	0.2 kW
Material	Pump Head	:	316 stainless steel (SUS316)
	Valve	:	Hastelloy C-276
	Valve seat	:	316 stainless steel (SUS316)
	Diaphragm	:	PTFE

b) Scale Inhibitor Tank : 00GDG01BB001 A/B

No. of installed		:	1 / unit
Type		:	Rectangular
Capacity	Nominal	:	500 L
Material	Shell	:	304 stainless steel (SUS304)
	Top cover	:	304 stainless steel (SUS304)

c) Scale Inhibitor Tank Agitator : 00GDG01AM001 A/B

No. of installed		:	1 / unit
Type		:	Single stage propeller
Rotation		:	315 min ⁻¹
Motor rated output		:	0.4 kW
Material	Propeller	:	304 stainless steel (SUS304)
	Shaft	:	304 stainless steel (SUS304)

7. Sodium Bi-sulfite Unit

a). Sodium Bi-sulfite Pump : 00GDG01AP005 A/B
00GDG01AP006 A/B

No. of installed		: 2 sets / unit
Type		: Diaphragm
Design capacity		: 0.021 L / min
Capacity control		: Manual Stroke Adjustment
Motor rated output		: 0.2 kW
Material	Pump Head	: 316 stainless steel (SUS316)
	Valve	: Hastelloy C-276
	Valve seat	: 316 stainless steel (SUS316)
	Diaphragm	: PTFE

b) Sodium Bi-sulfite Tank : 00GDG01BB002 A/B

No. of installed		: 1 / unit
Type		: Rectangular
Capacity	Nominal	: 500 L
Material	Shell	: 304 stainless steel (SUS304)
	Top cover	: 304 stainless steel (SUS304)

c) Sodium Bi-sulfite Tank Agitator : 00GDG01AM002 A/B

No. of installed		: 1 / unit
Type		: Single stage propeller
Rotation		: 315 min ⁻¹
Motor rated output		: 0.4 kW
Material	Propeller	: 304 stainless steel (SUS304)
	Shaft	: 304 stainless steel (SUS304)

Persiapan larutan *scale inhibitor*

a) *Scale Inhibitor* (per unit)

Tabel 3.2.

No.	Description	BWA Water Additive
1	Name	Belgard EV
2	Specific gravity	1.14 – 1.19
3	Net chemical Injection rate (kg/day)	8.1
4	Solution concentration (%)	30
5	Diluted chemical injection rate	28.6
6	Working capacity of tank	Approx. 12 days
7	Pump stroke (Dial graduation)	1

b) Persiapan larutan

Tabel 3.3.

No.	Valume Larutan (liter)	Level Air (mm)	Belgard EV (kg)
1	70	100	21
2	140	200	43
3	210	300	64
4	280	400	86
5	350	500	107
6	420	600	129

Catatan : SG larutan aproks. 1,02

Prosedur pembuatan :

1. Tentukan level air yang harus diisi
2. Isikan tangki dengan air sampai level setengah dari yang akan dibuat
3. Isikan larutan “anti-scalant”
4. Start agitator tangki dengan cara menekan tombol di LPC
5. Isikan kembali sampai level yang diinginkan

Persiapan larutan *Sodium Bi-sulfite*

a) *Sodium Bi-sulfite* (per unit)

Tabel 3.4.

No.	Description	
1	Name	Sodium Bi-sulfite
2	Specific gravity	1.48
3	Net chemical Injection rate (kg/day)	6.9
4	Solution concentration (%)	25
5	Diluted chemical injection rate	33.3
6	Working capacity of tank	Approx. 10 days
7	Pump stroke (Dial graduation)	1

c) Persiapan larutan

Tabel 3.5.

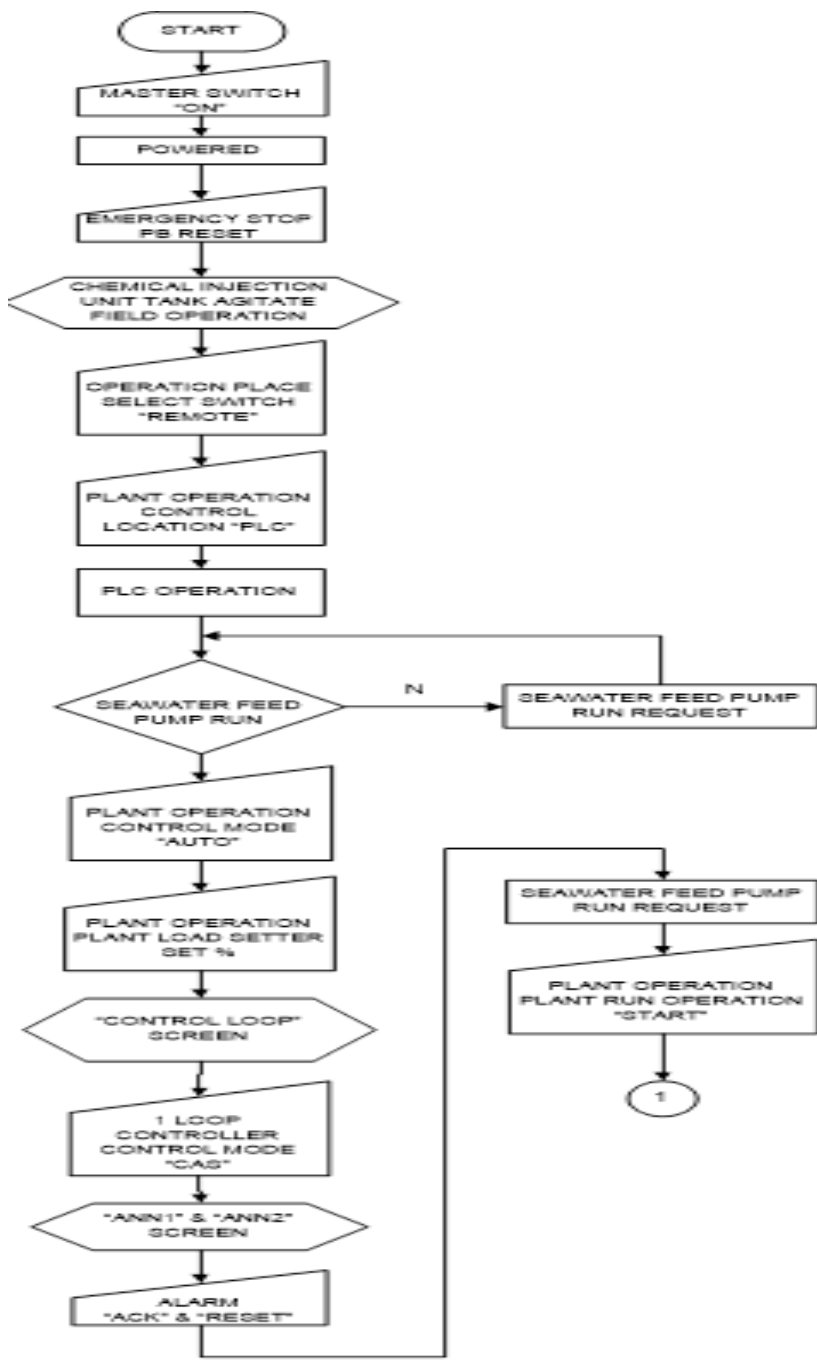
No.	Volume Larutan (liter)	Level Air (mm)	Sodium Bi-sulfite (kg)
1	70	100	18
2	140	200	36
3	210	300	54
4	280	400	71
5	350	500	89
6	420	600	107

Catatan : SG larutan approxs. 1,02

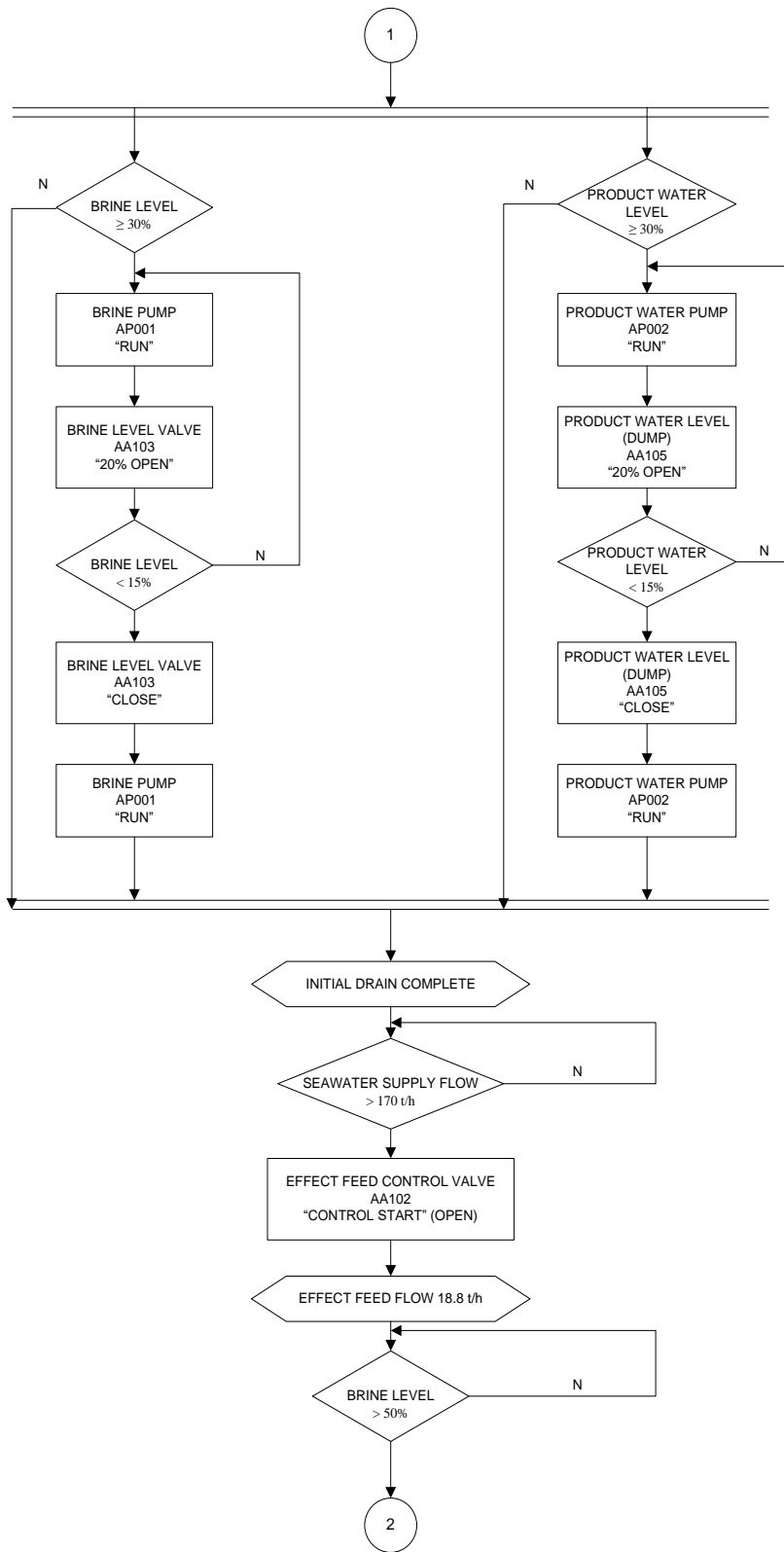
Prosedur pembuatan :

1. Tentukan level air yang harus diisi
2. Isikan tangki dengan air sampai level setengah dari yang akan dibuat
3. Isikan larutan Sodium Bi-sulfite
4. Start agitator tangki dengan cara menekan tombol di LPC
5. Isikan kembali sampai level yang diinginkan.

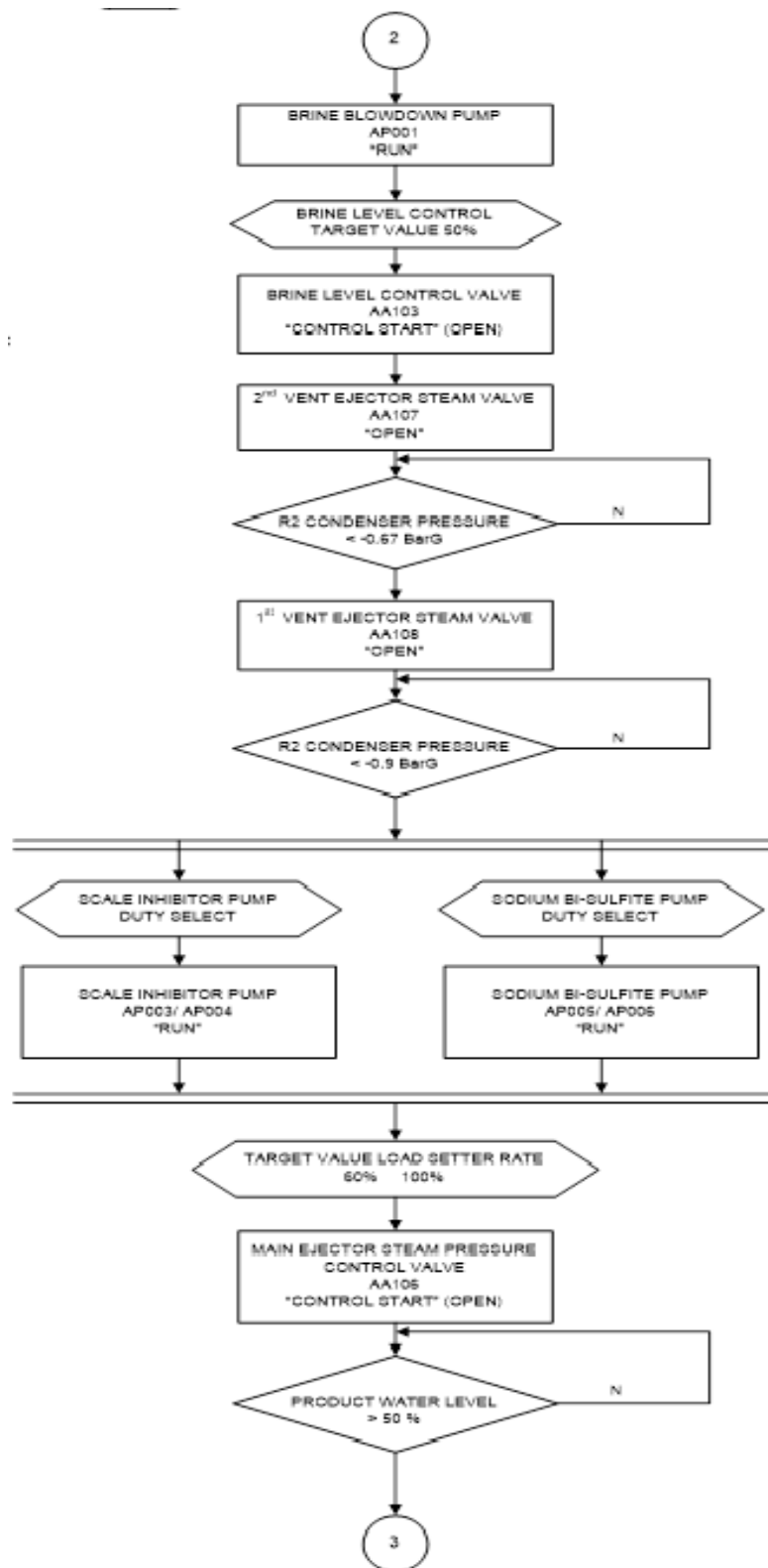
A. Diagram Blok Start Normal



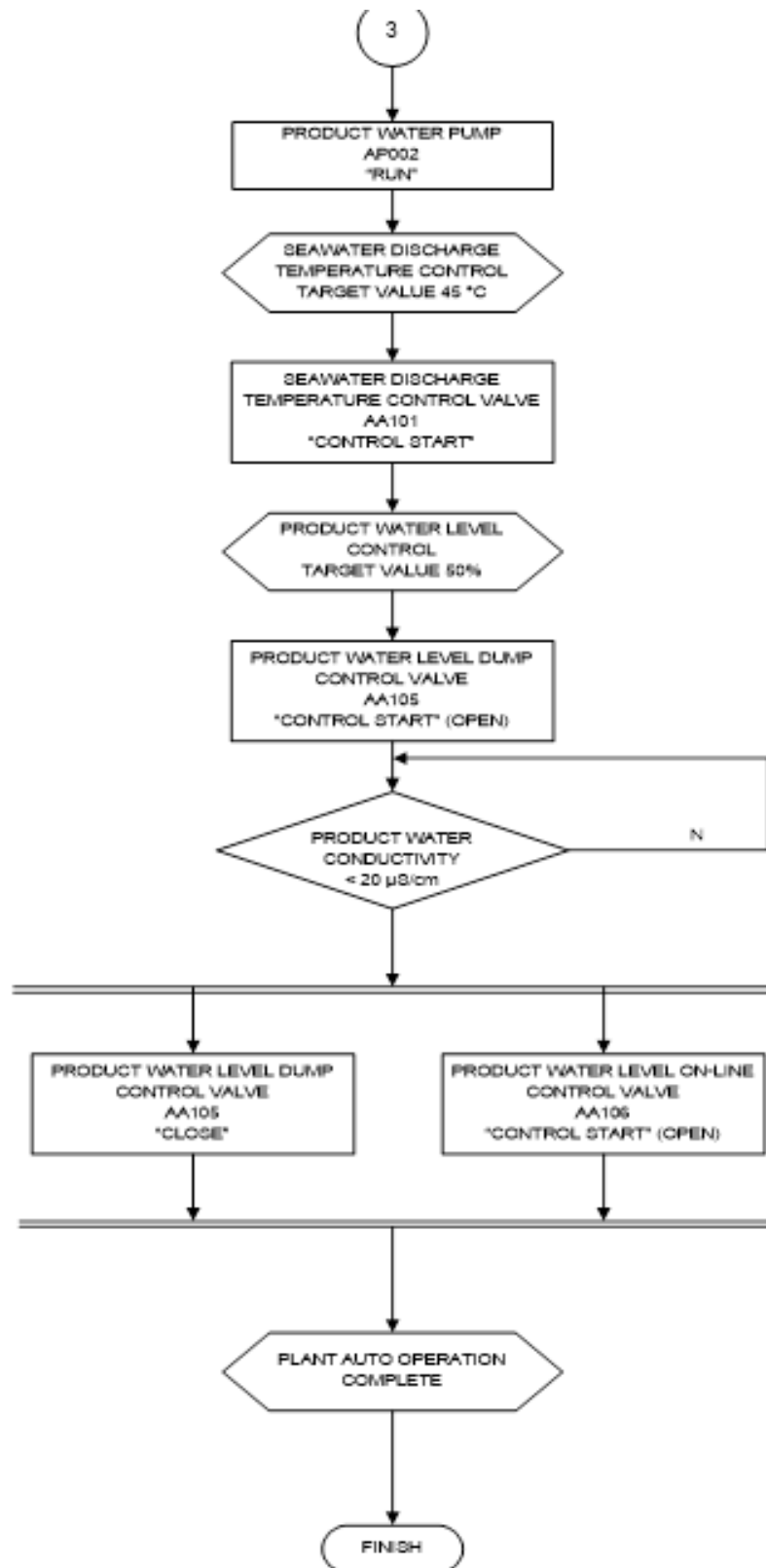
Gambar 3.2. Diagram Blok Start Normal



Gambar 3.3. Diagram Blok Start Normal

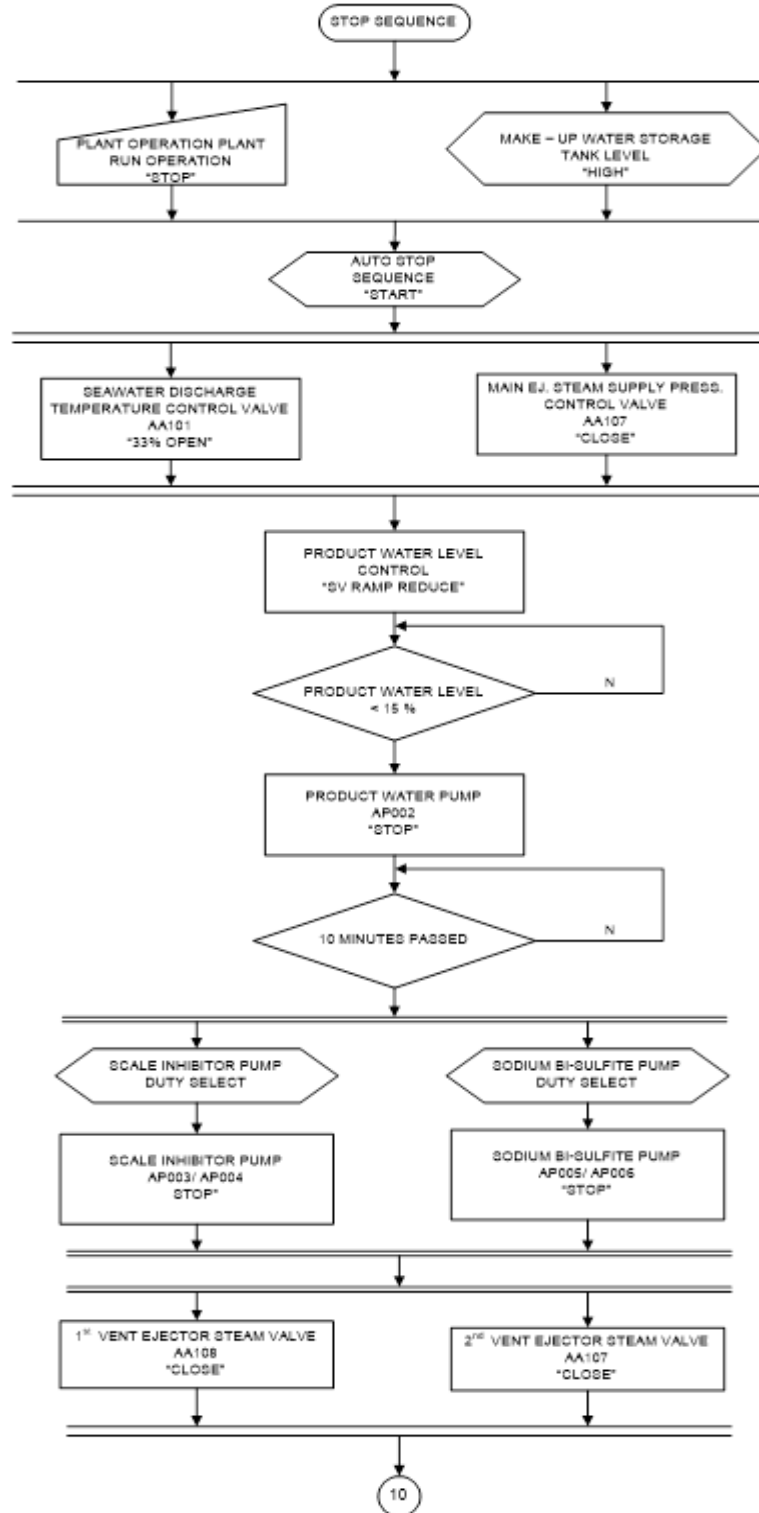


Gambar 3.4. Diagram Blok Start Normal

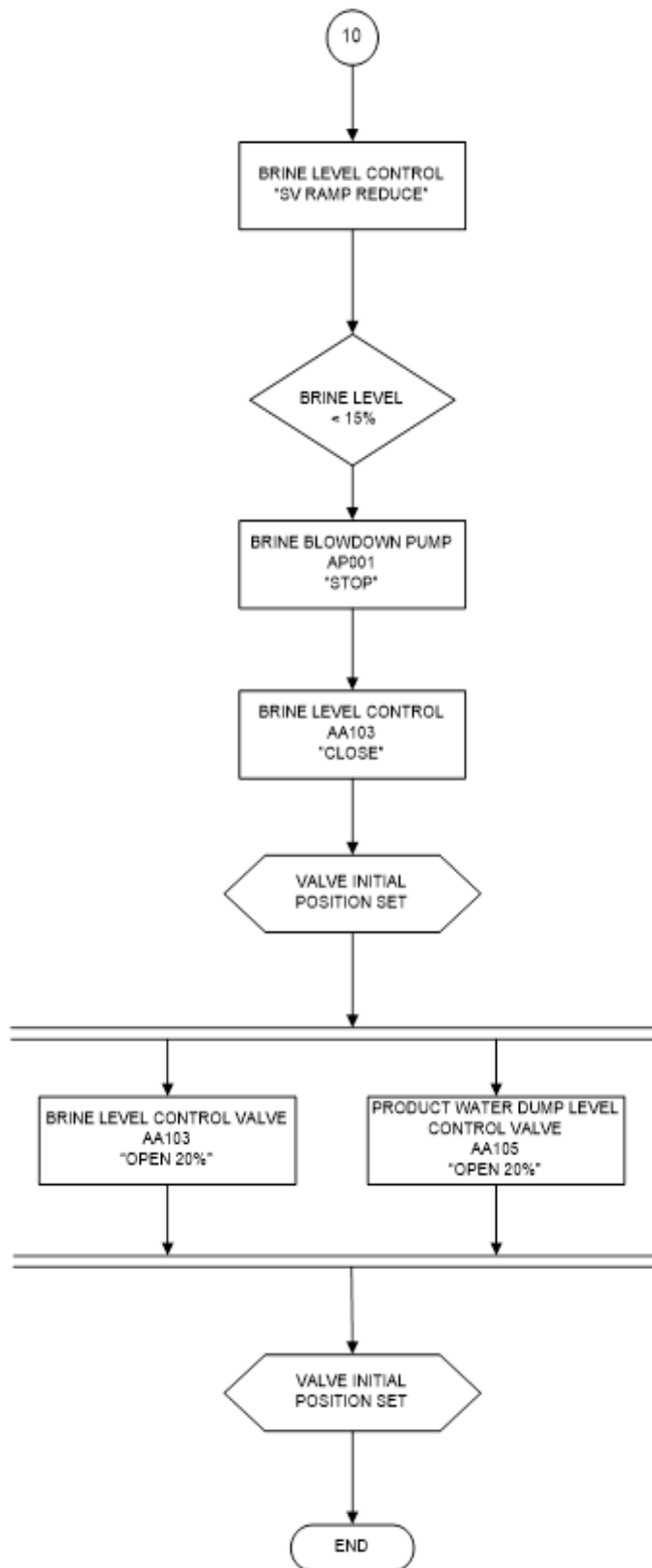


Gambar 3.5. Diagram Blok Start Normal

B. Diagram Blok Normal Shut-down



Gambar 3.6. Diagram Blok Start Normal



Gambar 3.7. Diagram Blok Start Normal

LAMPIRAN B

CONTOH PERHITUNGAN *PERFORMANCE RATIO*

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai *performance ratio* pada unit 1A pada tanggal 1 Maret 2016.

Data record unit 1A - 1 Maret 2016						
Parameter	<i>Tekanan Steam supply</i>	Konduktivitas	Tekanan <i>steam 1st ejector</i>	Tekanan <i>steam 2nd ejector</i>	Temperatur air produk	Suhu <i>steam supply</i>
Satuan	BarG	μs/cm	barG	barG	°C	°C
Keterangan	Rata-rata	Maksimum	Rata-rata	Rata-rata	Maksimum	Rata-rata
Nilai	2,98	6,474	3,2	3,3	40,5	185
	Waktu start	2016/3/1 00.00	0 ton	Waktu selesai	2016/3/2 00.00	572,4 ton

4.1.1. *Gross output air produk : WPg*

$$WPg = 23,9 \text{ ton/hr}$$

4.1.2. *Steam flow main ejector : WSm*

$$Wsm = 2,83 \text{ ton/hr}$$

4.1.3. *Steam flow 1st vent ejector and 2nd vent ejector : Wsv (tidak diaplikasikan)*

$$WSv = 0,553 \text{ ton/hr}$$

4.1.4. Total *steam flow* : WSg (WSv tidak diaplikasikan)

$$WSg = 2,83 \text{ ton/hr}$$

4.1.5. *Nett output air produk* : WPn

$$Wpn = 21 \text{ ton/hr}$$

4.1.6. Total *dissolved solid* : TDS

$$TDS = 3,237 \text{ ppm}$$

4.1.7. *Temperatur air produk*

$$= 40,5^\circ \text{ C}$$

4.1.8. *Performance ratio* : PR

$$PR = 7,49$$

LAMPIRAN C
DAILY REPORT

Tabel 4.1. Daily Report Unit A Bulan Maret 2016

Tgl\Indikator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	4,1	0	2,2	40,3	1,96	40,3	3,7	23,31	5,94	185	3,6	6,75	5,4	2,66
2	0	4,1	0	2,7	40	1,95	40	3,7	23,64	5,3	185	3,63	6,65	5,36	3,23
3	0	4,1	0	4,18	40,2	1,99	40,4	3,7	24,33	4,133	185,2	3,7	6,66	5,36	3,23
4	0	4,1	0	4,77	40	2,02	40,5	3,72	24,1	3,46	185	3,7	6,72	5,4	3,4
5	4	4,1	0	4,96	40	2	40,16	3,71	23,87	3,27	185,3	3,7	6,61	5,4	3,43
8	0	4,22	0	5,2	41,6	2	41,9	3,73	24,6	2,27	186,6	3,64	6,68	5,38	3,22
9	0	4,18	0	6,18	41,66	2	42	3,75	24,91	1,85	185,6	3,6	6,5	5,33	2,96
10	0	4,16	0	5,1	42,125	2	42,125	3,75	24,17	2,14	181,75	3,6	6,62	5,32	2,97
11	0	4,2	0	5,63	41,6	2	42	3,73	23,82	2,9	189,3	3,6	6,6	5,36	3,03
12	0	4,2	0	5,3	42	2	42	3,8	23,9	2,66	185	3,6	6,3	5,83	2,96
13	0	4,2	0	6,67	42	2	41,75	3,77	23,51	2,95	186,5	3,6	6,42	5,4	3,1
14	0	4,1	0	5,7	40,75	2	41,5	3,68	23,52	2,86	186,75	3,72	6,42	5,32	3,01
15	0	4,13	0	4,66	41,83	2	41,83	3,7	24,22	2,32	186,66	3,73	6,48	5,3	3
17	0	4,2	0	4,8	42	2	42	3,78	24,5	2,08	192,5	3,6	6,65	5,3	2,9
18	0	4,13	0	4,8	41,5	2	41,16	3,75	23,82	3,2	191,66	3,73	6,61	5,28	3,11
19	0	4,15	0	4,91	41,66	2	42,33	3,8	23,24	2,55	200	3,8	6,86	5,3	2,78
20	0	4,15	0	4,8	42,83	2	43	3,7	23,8	4,76	200,66	3,38	6,68	5,25	2,71
21	0	4,2	0	5,03	42	2	42	3,8	23,59	4,58	195,83	3,51	6,58	5,4	3,05
22	0	4,2	0	4,95	42,16	2	41,16	3,8	23,71	4,366	190	3,46	6,78	5,3	3,15
23	0	4,2	0	5	40	2	40	3,74	23,99	3,08	190	3,56	6,78	5,2	3,04
24	0	4,2	0	5	40,66	2	40	3,7	22,05	2,79	188,33	3,3	6,76	5,16	3,03
25	0	4	0	5	41,62	2	41	3,72	23,77	1,41	185	3,6	6,55	5,35	3,28
26	0	4	0	0	41	2	41	3,72	23,81	2,45	185,83	3,61	6,73	5,35	3,27
27	0	4,1	0	0	42	2	41	3,75	23,51	4,16	190	3,6	6,7	5,4	3,6
28	0	4	0	0	41,5	2	43	3,8	22,37	3,32	187,5	3,7	6,75	5,4	3,3
29	0	4,05	0	0	41	2	41,75	3,775	23,32	3,46	185	3,5	6,67	5,37	3,35
30	0	4,12	0	0	41	2	41	3,76	23,45	3,09	186	3,6	6,64	5,42	3,3
31	0	4,06	0	0	41,3	2	41	3,78	23,11	5,26	188,33	3,43	6,76	5,33	3,3
rata-rata	0,14286	4,13036	0	3,84071	41,2963	1,99714	41,3523	3,74339	23,7121	3,30746	188,225	3,6	6,63964	5,35607	3,12036

Tabel 2. Daily Report Unit A Bulan Maret 2016

Tgl \ Indikator	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	25,66	0,27	64,46	60	54,83	51	18,86	18,17	18,94	19,06	2,06	51,66	-0,94	3,2	3,3
2	28,83	0,4	63,8	59,33	54,83	51	18,87	18,56	19,02	19,05	2,28	51,5	-0,94	3,2	3,3
3	29,2	0,31	63,56	60,4	54,6	50,8	18,79	18,5	18,64	18,75	2,52	51,6	-0,94	3,34	3,28
4	29	0,21	63,85	61,5	54,25	50,75	18,67	18,42	19,37	19,51	2,6	51,12	-0,94	3,2	3,3
5	29	0,21	64,13	59,3	54,3	50,83	18,79	18,11	19,17	19,37	2,6	51,16	-0,94	3,2	3,3
8	30,8	0,4	66,7	64,2	55,6	51,6	18,76	18,45	19,79	20,46	2,54	51,6	-0,93	3,16	3,3
9	31,3	0,2	66,11	61	56	52	18,82	18,31	20,15	20,46	2,5	52	-0,93	3,2	3,3
10	31,5	0,21	65,97	61,5	56,37	52,37	18,73	18,19	19,78	20,44	2,3	52,5	-0,93	3,15	3,3
11	30,6	0,19	65,8	61,33	55,66	52	18,84	18,25	19,56	20,29	2,23	52,5	-0,93	3,13	3,3
12	31	0,285	65,43	60,83	55,83	52	18,76	18,4	19,39	20,2	2,26	52,3	-0,93	3,13	3,33
13	30	0,12	64,7	60	55	52	18,85	18,4	19,15	20,21	2,375	52,5	-0,94	3,2	3,3
14	29,87	0,18	64,2	59,87	54,62	51,62	18,86	18,34	19,42	20,35	2,25	51,62	-0,94	3,2	3,32
15	30,5	0,21	65,43	60,5	55,33	51,91	18,81	18,34	19,64	20,57	2,18	52,16	-0,93	3,18	3,4
17	30,75	0,22	65,72	60,5	56	52	18,49	18,16	18,76	20,15	2,1	52	-0,93	2,75	3,25
18	30	0,22	64,66	60	55,08	51	18,85	18,82	18,64	20,12	2,2	51	-0,94	2,93	3,16
19	29,5	0,218	64,48	59,66	54,83	50,83	18,79	18,84	19,59	19,83	2	51,16	-0,93	2,86	3
20	30	0,26	65,6	60,83	55,83	51,66	18,83	19,08	19,42	20,18	2	51,16	-0,94	2,81	2,86
21	30,5	0,18	65,32	60,41	56	51,33	18,77	18,99	19,32	19,83	2,25	52,3	-0,93	2,96	3,1
22	30,66	0,21	64,66	60	55	51	18,81	18,91	19,46	19,78	2,4	52,16	-0,93	3,11	3,41
23	29	0,2	63,5	59	54	50,2	18,84	18,93	19,34	19,52	2,33	50,9	-0,93	3,06	3,3
24	29,33	0,225	61,43	56,66	53,33	49,33	18,73	19,22	19,31	19,58	2,23	50,33	-0,95	3,06	3,13
25	30,75	0,21	64,95	60,125	55	51,25	19,33	18,86	19,47	20,8	2,5	52	-0,94	3,2	3,4
26	30,16	0,22	64,26	59,75	54,66	50,41	18,8	18,43	19,65	20,05	2,5	51	-0,94	3,15	3,38
27	30	0,22	64,35	59	59	61	18,9	18,54	18,92	18,55	2,5	52	-0,94	3,2	3,3
28	30,5	0,23	65,5	60,5	55,5	51,5	18,93	18,34	18,6	18,36	2,5	51	-0,94	3,15	3,25
29	30,5	0,23	65,37	60,62	55,62	51,37	18,74	18,39	18,63	18,21	2,5	51,25	-0,94	3,15	3,32
30	30	0,23	65,34	60,4	55,4	51,2	18,84	18,29	18,7	18,92	2,49	50,8	-0,94	3,12	3,36
31	30	0,23	65	60	55	51	18,78	18,31	18,64	18,99	2,5	51,3	-0,94	3,1	3,33
rata-rata	29,9611	0,23207	64,7957	60,2577	55,2668	51,6057	18,8157	18,5196	19,2311	19,6996	2,34625	51,5921	-0,93643	3,11071	3,27071

Tabel 4.3. Daily Report Unit B Bulan Maret 2016

Tgl\ Indikator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	4,4	0	3,43	0	45	1	45	3,63	13,05	4,176	131,66	3,8	6,66	4,86	3,13
17	4,45	0	3,6	0	42,5	1,2	45,5	3,7	14,55	3,51		3	6,75	5	3,65
18	4,4	0	3,75	0	45	1,4	44	3,7	13,01	4,54	147,5	3,25	6,8	9,45	2,9
19	4,53	0	3,66	0	45	1,2	44,33	3,76	12,83	3,7	150,83	3,5	6,73	5	2,8
20	4,4	0	3,41	0	44,33	1,2	45	3,7	12,35	6,37	154,16	3,5	7	5	2,8
21	4,6	0	3,5	0	45	1,2	45	3,7	13,14	6,88	125	3,5	6,5	5	2,8
23	4,6	0	3,6	0	44	1,3	48	3,8	10,082	4,167	200	3,5	6,6	5	2,8
rata-rata	4,482857	0	3,564286	0	44,40429	1,214286	45,26143	3,712857	12,716	4,763286	151,525	3,435714	6,72	5,615714	2,982857

Tabel 4.4. Daily Report Unit B Bulan Maret

Tgl\ Indikator	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
16	29,3	0,2	65,56	60	57	52,6	18,81	20,33	26,7	19,93	2,63	49,3	-0,9	3,43	3,5
17	30,75	0,18	66,1	60,5	57,5	53,5	18,74	17,38	0	17,49	2,8	50,5	-0,9	3,2	3,3
18	28	0,16	65,7	60,5	57	53	18,68	17,15	0	16,87	2,65	52	-0,9	3,2	3,25
19	28,5	0,2	65,68	61	57	52,16	18,91	19,64	18	19,14	2,38	48,16	-0,9	3,2	3,21
20	29,5	0,21	66,31	60,83	57	52,33	17,34	19,51	19,35	19,48	2,4	49,66	-0,9	3,2	3,18
21	30	0,2	65,85	60	57	52	18,93	19,19	17,85	19,23	2,4	50	-0,9	3,2	3,2
23	28	0,18	67,3	63	54	53	18,86	20,267	48	18,48	2,5	45	-0,88	3,1	3,2
rata-rata	29,15	0,19	66,07143	60,83286	56,64286	52,65571	18,61	19,06671	18,55714	18,66	2,537143	49,23143	-0,89714	3,218571	3,262857

LAMPIRAN D
GAMBAR ALAT



Gambar 1. Kondensor



Gambar 2. Ejector Condenser



Gambar 3.



Gambar 4 product water pum



Gambar 5 bagian dalam desalinasi