

**PEMELIHARAAN *DEAERATOR* PLTU PT PLN (Persero)
UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN
BELAWAN**

SKRIPSI

OLEH:

SIMON ANDRY.S. SIANTURI

218130075



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/5/24

Access From (repository.uma.ac.id)13/5/24

HALAMAN JUDUL

PEMELIHARAAN *DEAERATOR* PLTU PT. PLN (Persero) UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN BELAWAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

Simon Andry.S. Sianturi

218130075

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/5/24

Access From (repository.uma.ac.id)13/5/24

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pemeliharaan Deaerator PLTU PT. PLN (Persero) Unit
Pelaksana Pembangkitan Belawan
Nama : Simon Andry.S. Sianturi
NPM : 218130075
Fakultas : Teknik

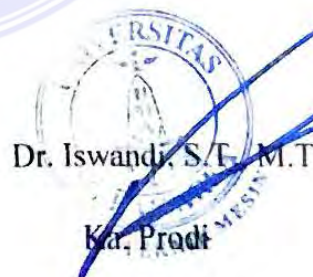
Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

Jufrizal, S.T., M.T

Pembimbing I



Dekan



Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 27 Maret 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 19 Januari 2024



Simon Andry.S. Sianturi

218130075

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Simon Andry.S. Sianturi
NPM : 218130075
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Pemeliharaan Deaerator PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 19 Januari 2024

Yang menyatakan

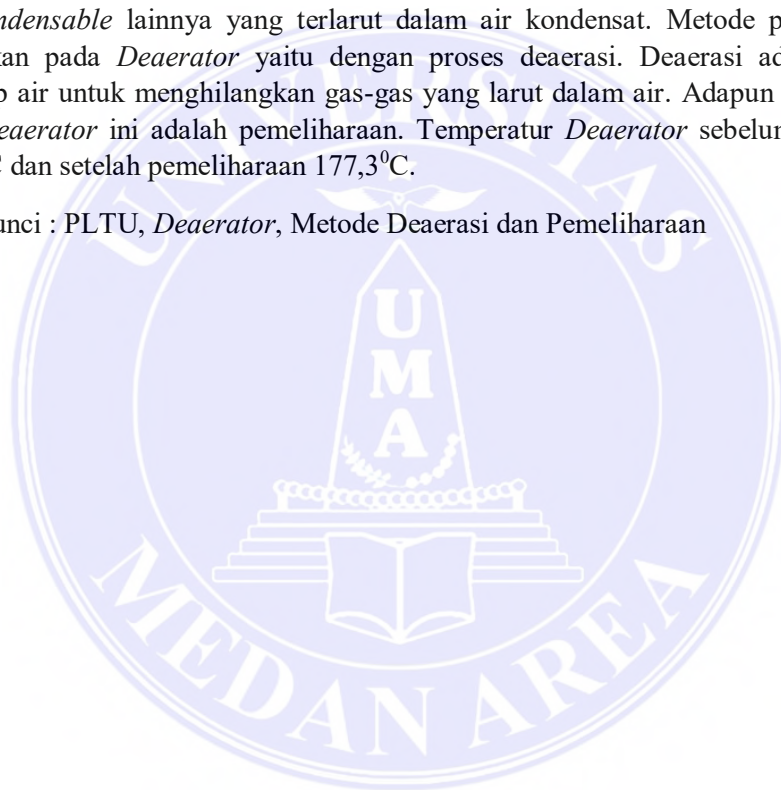


(Simon Andry.S. Sianturi)

ABSTRAK

Proses produksi listrik di PLTU PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan tidak lepas dari suplai air pengumpan yang dilakukan oleh *Deaerator* yang didorong oleh *Boiler Feed Pump*. Sebelum diubah menjadi uap di *Boiler*, air pengumpan ini dilakukan proses-proses secara bertahap, seperti proses penghilangan unsur oksigen yang masih terkandung dalam air pengisi. Pada proses di *Deaerator* terjadi kontak langsung antara pengisi dan uap, oleh karena itu uap akan memisahkan gas dari air pengisi kemudian gas-gas tersebut bergerak dengan cepat ke bagian atas *Deaerator* dan selanjutnya dibuang ke atmosfer. Fungsi utama dari deaerator yaitu menghilangkan gas-gas non condensable gas dan sekaligus memanaskan air kondensat. Media pemanas yang digunakan adalah uap ekstraksi dari *LP Turbine* dan *Auxiliary Steam Header*. Semakin dekat temperatur air kondensat dengan titik didihnya, semakin mudah pula proses pemisahan air dengan gas-gas non condensable lainnya yang terlarut dalam air kondensat. Metode pemurnian yang digunakan pada *Deaerator* yaitu dengan proses deaerasi. Deaerasi adalah perlakuan terhadap air untuk menghilangkan gas-gas yang larut dalam air. Adapun yang dilakukan pada *Deaerator* ini adalah pemeliharaan. Temperatur *Deaerator* sebelum pemeliharaan 170,3⁰C dan setelah pemeliharaan 177,3⁰C.

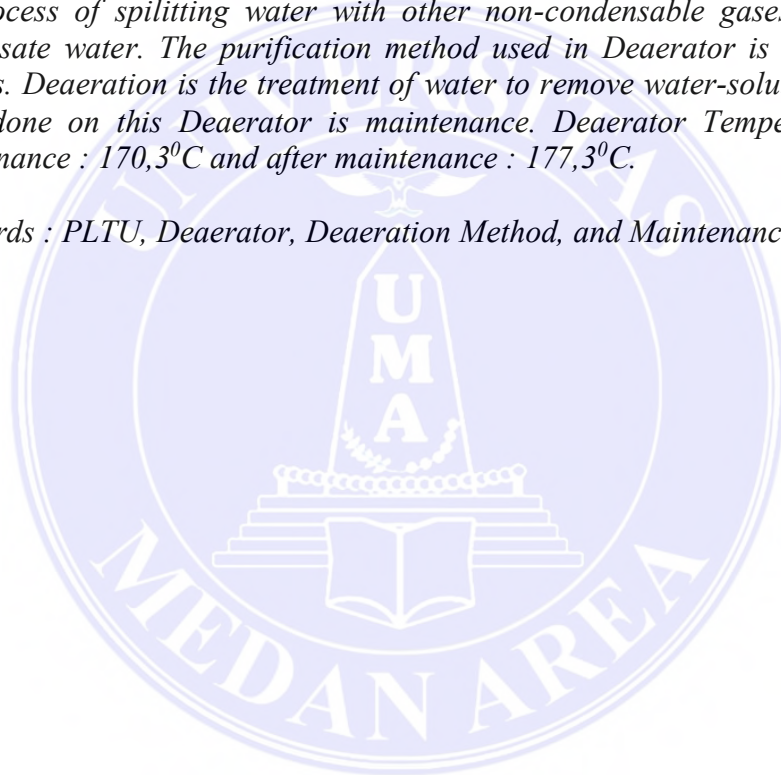
Kata Kunci : PLTU, *Deaerator*, Metode Deaerasi dan Pemeliharaan



ABSTRACT

Electrical production process at PLTU PT PLN (Persero) Belawan Power Generation Implementation Unit can not be separated from feed water supply by Deaerator driven by Feed Pump Boiler. Before being converted to steam in the Boiler, the water feeder is gradually processed, such as the process of removing the oxygen element still contained in the fill water. In the process in the Deaerator there is direct contact between the filler and the vapor will separate the gas from the filler water then the gases move quickly to the top of the Deaerator and then thrown into the atmosphere. The main function of the Deaerator is to eliminate non-condensable gas gases and simultaneously heat condensate water. Heating medium used is steam extraction from LP Turbine and Auxiliary Steam Header. The closer the condensate water temperature to its boiling point, the more easily the process of splitting water with other non-condensable gases dissolved in condensate water. The purification method used in Deaerator is by deaeration process. Deaeration is the treatment of water to remove water-soluble gases. The thing done on this Deaerator is maintenance. Deaerator Temperature before maintenance : 170,3⁰C and after maintenance : 177,3⁰C.

Keywords : PLTU, Deaerator, Deaeration Method, and Maintenance



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Padangsidimpuan pada tanggal 29 September 1995 dari ayah Alm B. Sianturi dan ibu Lemeria Siahaan. Penulis merupakan putra pertama dari tiga bersaudara.

Tahun 2013 Penulis lulus dari SMA Negeri 4 Medan dan tahun 2017 penulis lulus DIII dari Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta. Pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Konversi Energi dengan judul Pemeliharaan Deaerator PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Jufrizal, ST, MT yang telah banyak memberikan saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Simon Andry.S. Sianturi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	5
2.2 Keuntungan Dan Kerugian PLTU	7
2.3 Deaerator	9
2.3.1 Bagian-Bagian Utama Deaerator	12
2.3.2 Fungsi Bagian Utama Deaerator	13
2.3.3 Prinsip Kerja Deaerator	20
2.3.4 Proses Deaerasi Pada Deaerator	21
2.3.5 Peralatan Bantu Deaerator	23
2.4 Teori Pemeliharaan	23
2.5 Jenis-Jenis Pemeliharaan	25
2.5.1 Pemeliharaan Terencana	25
2.5.2 Preventive Maintenance	25
2.5.3 Predictive Maintenance	26
2.5.4 Corrective Maintenance	26
2.5.5 Breakdown Maintenance	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	27
3.1.1 Waktu Penelitian	27
3.1.2 Tempat Penelitian	28
3.2 Bahan Dan Alat	28
3.2.1 Bahan Penelitian	28
3.2.2 Alat Penelitian	29
3.3 Metode Penelitian	30
3.4 Populasi Dan Sampel	31

3.5 Prosedur Kerja	32
3.5.1 Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil	34
4.1.1 Analisis Metode Pemeliharaan	34
4.1.2 Pengamatan Kimia Air	45
4.2 Pembahasan	48
4.2.1 Analisis Metode Pemeliharaan	48
4.2.2 Pengamatan Kimia Air	49
4.2.3 Spesifikasi Deaerator	51
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Simpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	55



DARTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	27
Tabel 4.1. Tingkat Kebocoran Tekanan Relief Valve	38
Tabel 4.2. Baku Mutu Air Umpan Boiler	46
Tabel 4.3. Syarat Air Pengisi Ketel Dan Air Ketel	47
Tabel 4.4. Spesifikasi Deaerator	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram T - S Siklus Rankine	5
Gambar 2.2. Proses PLTU.....	7
Gambar 2.3. Deaerator Type “Spray Non Head”.....	10
Gambar 2.4. Bagian Utama Deaerator.....	13
Gambar 2.5. Spray Valve.....	15
Gambar 2.6. Steam Supply Pipe.....	15
Gambar 2.7. Deaerator Tank.....	16
Gambar 2.8. Relief Valve	16
Gambar 2.9. Motorized Operating Valve	17
Gambar 2.10. Drain Valve	17
Gambar 2.11. Water Level Gauge	18
Gambar 2.12. Pressure Gauge	19
Gambar 2.13. Thermometer	19
Gambar 2.14. Hydrazine Pump	22
Gambar 3.1. Alat Ukur Ketebalan Korosi TM-8818	29
Gambar 3.2. Termometer	30
Gambar 3.3. Manometer	30
Gambar 3.4. Diagram Prinsip Kerja Deaerator	32
Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1. Pengecekan Korosi Pada Spray Nozzle Valve	36
Gambar 4.2. Pengecekan Keretakan Di Dalam Tangki	37
Gambar 4.3. Pengecekan Korosi Pada Spray Nozzle Valve	43
Gambar 4.4. Pengecekan Keretakan Di Dalam Tangki Deaerator	44
Gambar 4.5. Cleaning Di Dalam Tangki Deaerator	44
Gambar 4.6. Penggantian Gasket Pada Pipa Deaerator	44
Gambar 4.7. Analisis Kimia Air	45
Gambar 4.8. Deaerator PLTU	49
Gambar 4.9. Deaerator di CCR	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sheet Deaerator Buku Manual	55
Lampiran 2. Data Sheet Deaerating Heater	56
Lampiran 3. Data Sheet Parts pada Deaerator	57
Lampiran 4. Data Sheet Design pada Deaerator	58



DAFTAR NOTASI

m	= Massa benda (kg)
\dot{m}	= Laju massa aliran air (kg/s)
p	= Massa jenis (kg/m^3)
ppm	= Parts per million (mg/L)
T	= Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permintaan energi listrik terus tumbuh sejalan dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Saat ini, hampir semua peralatan yang digunakan oleh manusia bergantung pada pasokan energi listrik. Berdasarkan proyeksi BPPT Outlook Energi Indonesia 2018, kebutuhan listrik per kapita diperkirakan mencapai 4.902 kWh pada tahun 2050. Ini merupakan peningkatan hampir enam kali lipat dibandingkan dengan tahun 2016, ketika angkanya hanya mencapai 846 kWh per kapita. Perlu dicatat bahwa sektor industri adalah salah satu kontributor utama dalam konsumsi energi dan bahan bakar yang signifikan (PPIPE BPPT 2018).

PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan merupakan bagian dari PT. PLN yang bertanggung jawab dalam penyediaan pasokan listrik untuk wilayah Sumatera bagian utara. Fasilitas ini terletak di Pulau Naga Putri dengan luas lahan seluas 47 hektar, berlokasi di Desa Pulau Sicanang, Kecamatan Medan Belawan, sekitar 24 kilometer di sebelah utara kota Medan. PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan didirikan pada tahun 1983 dan memulai beroperasi pada tahun 1984, unit ini mulai beroperasi dengan kapasitas awal sebesar 130 MW. Saat ini, fasilitas tersebut telah mengalami perkembangan signifikan dan memiliki kapasitas total sebesar 1.156,3 MW. Kapasitas ini terdiri dari empat unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dua unit blok Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), dan lima unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).

Proses produksi listrik di PLTU Belawan tidak lepas dari suplai air pengumpan yang dilakukan air pengumpan ini diproses melalui Pompa Air Pengumpan Boiler (*Boiler Feed Pump*) sebelum diubah menjadi uap dalam unit boiler. Sebelum mencapai tahap pengubahan menjadi uap, air pengumpan ini mengalami serangkaian penanganan dan proses secara bertahap. seperti penghilangan kadar oksigen yang terkandung pada air pengumpan oleh unit *Deaerator*. Proses penghilangan kadar oksigen di unit *deaerator* sangat penting dilakukan karena kadar oksigen terkandung dalam air pengumpan dapat merusak peralatan yang terbuat dari bahan logam dan dapat menimbulkan kerak dan korosi. Kerak dalam yang terjadi akan menurunkan performa peralatan, maka diperlukan unit *deaerator* pada unit Pembangkit Listrik.

Deaerator memiliki dua tahap sistem, yakni pemanasan dan deaerasi air umpan yang terjadi secara simultan. Melalui sistem ini, konsentrasi oksigen dapat dikurangi hingga kurang dari 0,005 ml/liter, dan konsentrasi karbon dioksida sepenuhnya dihilangkan, sehingga air umpan tidak memiliki sifat korosif. Air yang telah terbebas dari gas-gas tak terkondensasi dialirkan melalui downcomer vertikal menuju tangki penampung deaerator.

Deaerator terdiri dari dua komponen utama, yakni tangki pemanas dan tangki penampung. Tangki pemanas *deaerator* berfungsi sebagai tempat di mana air umpan dipanaskan dan secara bersamaan dilakukan proses deaerasi. Sementara itu, tangki penampung deaerator berperan sebagai wadah untuk menyimpan air umpan yang telah dipanaskan dan telah mengalami penurunan kadar oksigen di dalam tangki pemanas. Air yang ada di dalam tangki penampung digunakan sebagai sumber air umpan yang fleksibel, yang dapat disesuaikan dengan

perubahan kebutuhan jumlah air akibat fluktuasi beban, dan juga berperan sebagai cadangan dalam situasi darurat ketika sistem menghadapi keadaan yang kritis (BEIJING BEIZONG Co. Ltd. 2006)

Permasalahan dari *Deaerator* jika tidak dilakukan perawatan atau perawatan maka akan terjadi macam - macam kerusakan diantaranya adalah *thermal shock*, *water hammer*, korosi, aging atau penuaan dan pengikisan, terkikis atau erosi. Mengacu pada masalah yang telah disebutkan di atas, penulis telah melakukan penelitian pada “Pemeliharaan *Deaerator* PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa saja macam – macam penyebab kerusakan pada *Deaerator* ?
2. Bagaimana proses pemeliharaan pada *Deaerator* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diambil untuk dipelajari dalam tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis metode pemeliharaan yang digunakan
2. Mengamati kimia air pada PLTU Belawan

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diajukan, hipotesis penelitian dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Jika tidak dilakukan pemeliharaan atau perawatan, maka akan terjadi macam-macam kerusakan diantaranya *thermal shock*, *water hammer*, korosi, aging atau penuaan dan pengikisan, terkikis atau erosi.
2. Proses pemeliharaan yang dilakukan dengan melakukan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) merupakan bentuk perawatan yang bersifat proaktif dan dilakukan secara berkala dan *predictive maintenance*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini meliputi:

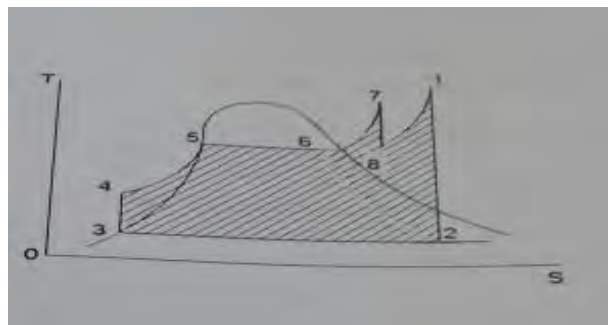
1. Dapat memahami cara kerja *Deaerator*
2. Dapat menganalisa kondisi *Deaerator*
3. Dapat memahami pemeliharaan *Deaerator*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap

PLTU adalah mesin konversi energi yang beroperasi menggunakan *Siklus Rankine* di PLTU Belawan sama halnya dengan PLTU pada umumnya tetapi ada tambahan *Reheater* dalam pengoperasiannya. Tujuan digunakannya *Reheater* adalah untuk meningkatkan efisiensi *Siklus Rankine* pada tekanan boiler. *Reheater* bekerja dengan memanfaatkan gas asap yang masih bertemperatur tinggi untuk memanaskan uap ulang bekas yang keluar dari *high pressure turbine*. Uap yang keluar dari *Reheater (Hot Reheat Steam)* diekspansikan ke sudu-sudu *intermediate pressure turbine* (PT PLN Persero UNIT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN SURALAYA, 2008). Efisiensi ini akan terlihat pada *Turbine Heat Rate* (Konsumsi Kalor Turbine) yakni penggunaan jumlah kalor di dalam *turbine* dibanding dengan besarnya *output* yang dihasilkan. *Turbine Heat Rate* dihitung bukan dari *output* pada poros *turbine* tetapi dihitung dari *output* generator. Maka besarnya *Turbine Heat Rate* dihitung berdasarkan jumlah kalor bersih yang digunakan dalam *turbine* dibagi dengan kWh yang dibangkitkan oleh generator.



Gambar 2.1. Diagram T - S Siklus Rankine

Keterangan Gambar :

Proses 1-2 : Terjadi ekspansi uap yang berasal dari *reheater* untuk memutar *Intermediate pressure turbine*.

Bagian : Terjadi di dalam *turbine*

Proses 2-3 :Terjadi perubahan fase dari uap menjadi air dengan proses *temperature* tetap dan tekanan tetap.

Bagian : Terjadi di dalam *condenser*.

Proses 3-4 : Adanya peningkatan tekanan dan suhu berasal dari *condensor*.

Bagian : Terjadi di dalam *Boiler Feed Pump* dan pemanasan yang berasal dari heater yang terletak sebelum *Boiler Feed Pump*.

Proses 4-5 : Terjadi pemanasan menuju titik didih dengan tekanan konstan.

Bagian : Terletak pada *boiler* bagian *economizer*

Proses 5-6 : Proses pemanasan air dari air mendidih sampai menjadi uap kenyang dengan tekanan tetap

Bagian : Pada bagian *wall tube* atau *evaporator*.

Proses 6-7 : Terjadi pemanasan dari fase uap kenyang sampai menjadi uap panas lanjut.

Bagian : Pertama terjadi pada *primary superheater* dan kemudian dilanjutkan dengan *secondary superheater* agar menghindari terjadinya uap jenuh sebelum uap masuk turbin

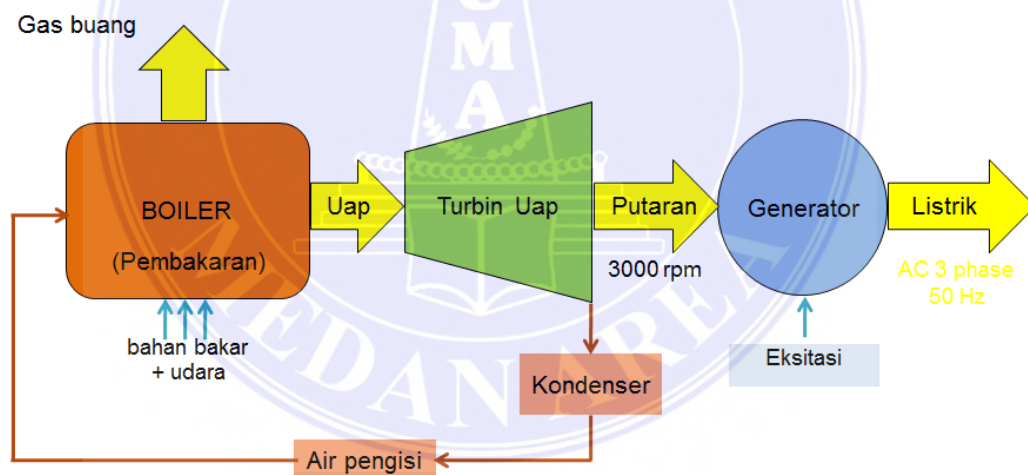
Proses 7-8 : Proses ekspansi uap panas lanjut menuju *high pressure turbine*

Bagian : Terjadi pada bagian *high pressure turbine*.

Proses 8-9 : Terjadi proses pemanasan kembali uap bekas yang berasal dari *high pressure turbine* sehingga uap tersebut layak untuk memutar *intermediate pressure turbine*

Bagian : Dibagian *Reheater*.

Pengoperasian PLTU didukung oleh beberapa komponen peralatan utama, diantaranya adalah *Boiler*, Turbin, Kondensor dan juga Generator. Semua komponen peralatan tersebut saling berkaitan dalam kinerjanya, sehingga semua komponen harus dalam kondisi baik jika menginginkan hasil produksi yang maksimal seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Proses PLTU

2.2 Keuntungan dan Kerugian PLTU

Dibanding jenis pembangkit yang lain, PLTU mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian. Adapun keuntungannya antara lain adalah sebagai berikut:

1. Energi dari batubara sangat murah, harganya cenderung tidak naik, bahkan saat sekarang terus menurun. Jauh lebih murah dibandingkan menggunakan biomassa.
2. Kontinyu, predictable dapat diandalkan. PLTU dapat bekerja 24 jam sehari secara kontinyu.
3. Jumlah cadangan batubara di dunia masih sangat melimpah.
4. Infrastruktur untuk pertambangan, pemrosesan, transportasi dan penggunaan batubara sudah tersedia.
5. Batubara gampang di simpan, ditransportasikan dan digunakan, tak seperti jenis sumber energi primer lain seperti angin dan air.
6. Batubara tersedia dan mudah diakses oleh banyak orang. Tersedia banyak cadangan batubara di Amerika Utara, Eropa, Asia dan Australia.
7. Produk akhir sisa dari batubara dapat digunakan oleh industri yang lain seperti industri semen.
8. PLTU memiliki *load factor* yang sangat tinggi, bisa mencapai 80%.
9. Indonesia bisa menggunakan batubara dari negaranya sendiri tanpa perlu bergantung kepada negara lain.

Adapun kerugiannya antara lain adalah sebagai berikut:

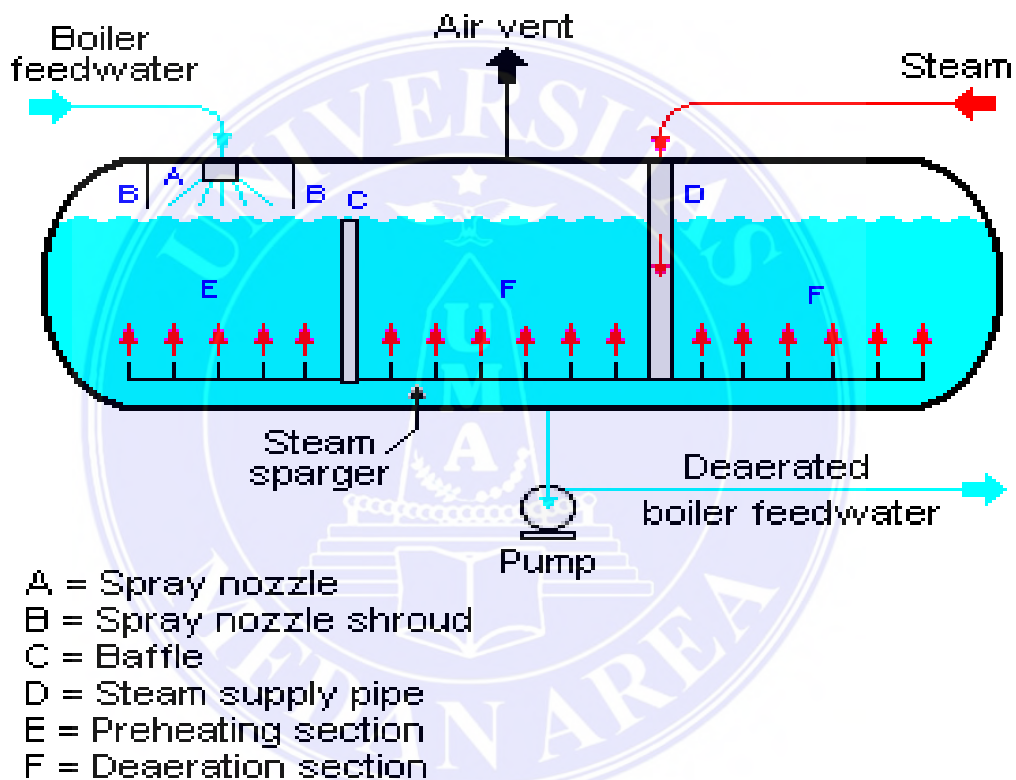
1. Pembakaran batubara menghasilkan campuran banyak zat kimia berbahaya yang dapat merusak kesehatan seperti *sulphur dioxide*. Banyak korban bisa berjatuh akibat penyakit pernafasan jika pembakaran batubara tidak terkontrol.
2. Pembangunan PLTU
3. PLTU menghasilkan banyak gas rumah kaca. Turbin angin menghasilkan

- 8 kali lebih rendah dibandingkan dengan CO₂ dari PLTU.
4. Penambangan batubara berbahaya dan dapat merusak lingkungan.
 5. PLTU tidak ramah terhadap fauna di sekitar pembangkit.
 6. PLTU menghasilkan limbah yang dapat mencemari perairan di sekitar pembangkit.
 7. Pembakaran batubara menghasilkan campuran banyak zat kimia berbahaya yang dapat merusak kesehatan seperti *sulphur dioxide*. Banyak korban bisa berjatuh akibat penyakit pernafasan jika pembakaran batubara tidak terkontrol.
 8. Ekstraksi batubara memerlukan biaya dan investasi yang mahal.
 9. PLTU menghasilkan banyak gas rumah kaca. Turbin angin menghasilkan 8 kali lebih rendah dibandingkan dengan CO₂ dari PLTU.
 10. Penambangan batubara berbahaya dan dapat merusak lingkungan.
 11. PLTU tidak ramah terhadap fauna di sekitar pembangkit.
 12. PLTU menghasilkan limbah yang dapat mencemari perairan di sekitar pembangkit.

2.3 Deaerator

Deaerator merupakan komponen paling hilir dari sistem air kondensat dan pemanas tipe kontak langsung (*direct contact heater*). Memiliki 2 fungsi utama yaitu untuk menghilangkan gas-gas (*non condensable gas*) dari air kondensat dan sekaligus memanaskan air kondensat. Media pemanas yang digunakan adalah uap ekstraksi dari IP Turbin dan *auxiliary steam header*. Didalam *deaerator* terjadi kontak langsung antara air kondensat dengan uap

pemanas. Akibat percampuran ini, maka temperatur air kondensat akan naik hingga hampir mencapai titik didihnya. Semakin dekat temperatur air kondensat dengan titik didihnya, semakin mudah pula proses pemisahan air dengan oksigen dan gas-gas lainnya yang terlarut dalam kondensat. Ada beberapa tipe *deaerator*, tetapi yang digunakan pada PLTU adalah tipe “*Spray Non Head Deaerator*” seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. *Deaerator* Tipe “*Spray Non Head*”

Seperti ditunjukkan pada gambar tipe *deaerator* ini adalah bejana horizontal yang memiliki bagian pemanasan (E) dan bagian deaerasi (F). Kedua bagian dipisahkan oleh sebuah *baffle* (C). Tekanan rendah uap masuk ke dalam tanki melalui sparger. Air umpan boiler disemprotkan ke dalam bagian (E) dimana dipanaskan dengan uap yang naik dari *sparger*. Tujuan semprotan air umpan (A) dan bagian

pemanasan awal adalah memanaskan air umpan *boiler* ke dalam suhu jenuhnya untuk memudahkan pengupasan gas terlarut di bagian *dearasi*. Air umpan yang telah dipanaskan kemudian mengalir ke bagian *deaerasi* (F), dimana dilihat oleh uap yang naik dari sistem *sparger*. Air umpan *boiler deaerated* dipompa ke sistem *boiler* pembangkit uap (“Manual Book Dearator PLTU Indramayu”. PT. PJB UBJOM Indramayu).

Pada *deaerator* tipe ini air kondensat yang masuk dikabutkan melalui jajaran pengabut (*spray*) untuk memperluas bidang kontak antara air dengan pemanas serta menjamin pemerataan distribusi air kondensat didalam pemanas. Air kondensat yang mengabut ini kemudian turun ke bawah pada level air kondensat di dalam tangki *deaerator*. Uap ekstraksi dari *IP turbin* dan *auxiliary steam header* dihembuskan dari atas tangki melewati *steam supply pipe*, kemudian uap yang dihembuskan akan bercampur dengan air kondensat yang dialiri oleh pipa / *steam sparge*. Akibatnya terjadi pertukaran panas antara uap dengan air sekaligus terjadi pula proses *deaerasi*. Proses *deaerasi* secara mekanis seperti ini ternyata tidak menjamin bahwa air kondensat akan bebas 100% dari oksigen. Guna membantu tugas *deaerator* untuk menghilangkan oksigen, maka cara kimia pun dilaksanakan juga yaitu dengan menginjeksikan *Hydrazine* ke dalam air kondensat pada suatu titik sebelum air kondensat masuk *deaerator*. Penginjeksian ini dilakukan oleh pompa khusus injeksi bahan kimia. Fungsi dari *Air Vent* pada *Deaerator* adalah untuk mengeluarkan udara dari dalam instalasi pipa. Air kondensat yang sudah bebas oksigen dan gas-gas lain ini kemudian siap untuk dialirkan ke pompa air pengisi ketel (*Boiler Feed Pump*). Fungsi dari *Boiler Feed Water* untuk mengontrol dan mensupply air pada jumlah tertentu yang berasal dari

tanki air menuju *boiler* dengan spesifikasi tekanan tertentu. Beberapa peralatan proteksi juga dipasang pada *deaerator*. Salah satunya adalah katup pengaman tekanan lebih (*relief valve*). Bila tekanan didalam deaerator terlalu tinggi hingga mencapai harga tertentu, maka katup pengaman akan terbuka sehingga deaerator akan terhubung ke atmosfer. Dalam keadaan ini uap akan mengalir ke atmosfer dan deaerator menjadi aman (“Manual Book Dearator PLTU Indramayu”. PT. PJB Indramyu).

Indikator *Deaerator* berfungsi dengan baik dilihat dari IP (*Intermediate Pressure*) turbin, *Pressure gauge*, temperatur dan level *gauge*. Performance *Deaerator* dilihat dari air dengan temperatur, *Pressure*, dan level yang ditentukan mampu sebagai pengisi *Boiler Feed Pump*.

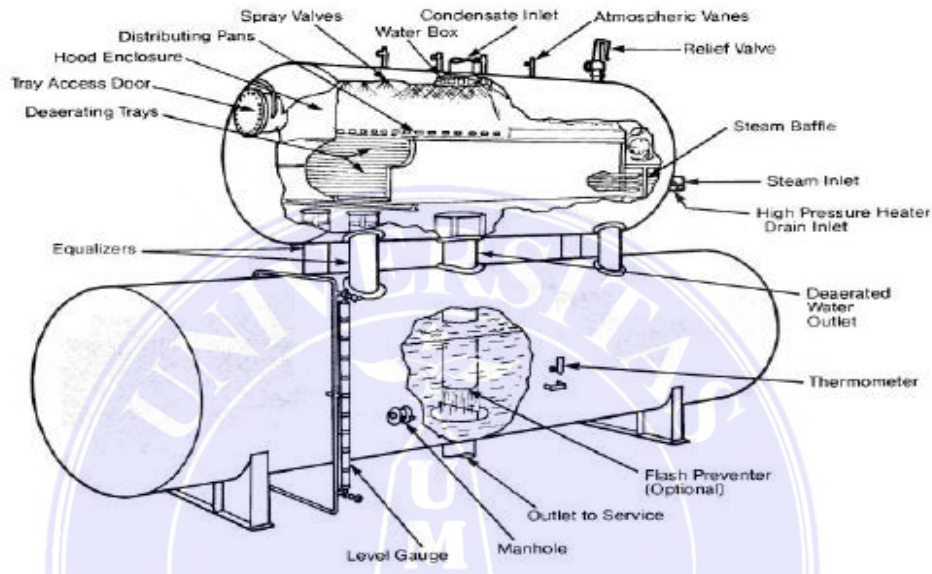
2.3.1 Bagian-bagian Utama Deaerator

1. *Vent Condensor*
2. *Tray*
3. *Transmitter Elektro*
4. *Control Valve*
5. *Spary Valve*
6. *Steam Supply Pipe*
7. *Deaerator Tank*
8. *Baffle*
9. *Relief Valve*
10. *Motorized Operating Valve*
11. *Drain Valve*
12. *Water Level Gauge*

13. *Pressure Gauge*

14. *Thermometer*

15. *Nameplate*



Gambar 2.4. Bagian Utama *Deaerator*

2.3.2 Fungsi Bagian Utama *Deaerator*

Adapun fungsi dari bagian utama *Deaerator* adalah sebagai berikut:

1. *Vent Condensor* ini berfungsi untuk mengkondensasi gas-gas serta mengumpulkan gas-gas tersebut sebelum di keluarkan ke atmosfer. Bagian dari *Vent Condensor* terbuat dari bahan stainless steel. Gas-gas yang sudah terpisah dari air akan keluar ke atmosfer melalui jalur vent. Katup di dalam jalur ini harus dibuka sedikit sehingga pengeluaran gas dapat dilakukan secara kontinu. Tanda-tanda pengeluaran gas tersebut dapat dilihat dengan keluarnya asap dari jalur vent.

2. *Tray* (sekat-sekat)

Tray terletak dibagian dalam tangki *Deaerator*. *Tray* yang terdapat pada *deaerator* berfungsi sebagai media pemanas, tempat saringan, dan juga tempat memperluas ruangan untuk kondensasi.

3. *Transmitter Elektro*

Transmitter elektro fungsinya sama dengan termometer untuk mengukur suhu. Tetapi perbedaanya pada peralatan ini terdapat pada cara pembacaanya, dimana termometer dapat dilihat pada lapangan secara langsung sedangkan pada transmitter yang dilengkapi logam dijalankan secara elektrik, hanya dapat dibaca pada sebuah ruangan *panel/control room*.

4. *Control Valve*

Control Valve ini disebut juga kran atau katup control. Di alat ini banyak yang dipakai dalam pipa-pipa yang dilalui air. *Control valve* ini dapat digolongkan atas dua jenis yaitu analog dan digital. Besar bukaan *Control Valve Analog* dapat diatur pada kedudukan yang diinginkan (0-100%). Sementara *Control Valve Digital* hanya mempunyai dua keadaan yaitu membuka dan menutup.

5. *Spray Valve*

Spray Valve pada *Deaerator* berfungsi untuk mengabutkan air kondensat agar memperluas permukaan air kondensat, sehingga kandungan oksigen dalam air kondensat dapat terlepas ke atmosfer.



Gambar 2.5. *Spray Valve*

6. *Steam Supply Pipe*

Steam Supply Pipe merupakan pipa inlet yang menyuplai air kondensat dari ekstraksi *IP Turbine* dan *Auxiliary Steam Heater* yang masuk ke dalam *Deaerator*. Pipa ini terletak dibagian bawah dari *LP Heater* yang kemudian tersambung dengan *spray* yang masuk ke dalam *Deaerator*.



Gambar 2.6. *Steam Supply Pipe*

7. *Deaerator Tank* berfungsi untuk menampung air kondensat yang sudah

melalui proses *deaerasi* pada *Deaerator*.



Gambar 2.7. *Deaerator Tank*

8. *Baffle*

Baffle adalah semacam sekat ataupun pembatas antara pre deaerating area dan final deaerating area.

9. *Relief Valve*

Relief Valve atau *Safety Valve* merupakan katup untuk mencegah tekanan yang berlebih pada *Deaerator*, apabila *Deaerator* mengalami tekanan yang terlalu tinggi maka katup tersebut akan secara otomatis terbuka dan uap akan langsung ke atmosfer.



Gambar 2.8. *Relief Valve*

10. *Motorized Operating Valve*

Motorized Operating Valve adalah katup inlet pada air kondensat dan steam yang dapat diatur oleh operator dari ruang kontrol.



Gambar 2.9. *Motorized Operating Valve*

11. *Drain Valve*

Drain Valve adalah alat yang berfungsi untuk mengeluarkan air dalam *Deaerator* jika level air didalam *Deaerator* melebihi level yang diijinkan menuju ke kondensor.



Gambar 2.10. *Drain Valve*

12. *Water Level Gauge* (Gelas Penduga)

Water Level Gauge (Gelas Penduga) adalah alat yang digunakan untuk mengetahui tinggi rendahnya permukaan air yang ada di *Deaerator*. Prinsip

kerja alat ini adalah dengan bejana berhubungan. Garis tengah kira-kira 20 mm dan panjangnya 300 cm. Kedua gagang dan peralatan terbuat dari tembaga serta dilengkapi dengan katup pada kedua ujungnya. Gelas penduga ini juga dilengkapi dengan kran dan bola pemeriksa.



Gambar 2.11. *Water Level Gauge*

13. *Pressure Gauge*

Pressure Gauge adalah alat yang menunjukkan besarnya tekanan uap yang ada di dalam unit dan alat ini ditempatkan pada jalur pemasukan uap.

Pressure gauge ini ditempatkan pada jalur pemasukan uap yang dilengkapi dengan kran. Pemasangan *Pressure Gauge* pada jalur pemasukan air bertujuan untuk mengetahui perbedaan tekanan antara tekanan air masuk dengan tekanan operasi uap.



Gambar 2.12. *Pressure Gauge*

14. *Thermometer*

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur temperatur didalam *Deaerator*, alat ini ditempatkan pada tangki *Deaerator*. Termometer ditempatkan pada storage tank dari deaerator. Temperatur pada storage tank tersebut akan bersesuaian dengan tekanan operasi dari uap. Jika dibutuhkan termometer juga dapat ditambahkan pada jalur pemasukan uap. Di dalam keadaan ini, pada kedua termometer ini akan terbaca temperatur dengan perbandingan yang tetap.



Gambar 2.13. *Thermometer*

15. Nameplate

Nameplate merupakan salah satu komponen deaerator yang mengidentifikasi karakteristik dan spesifikasi deaerator. Nameplate idealnya memuat segala informasi mengenai karakteristik deaerator saat difungsikan secara ideal, diukir diatas plat besi, dan direkatkan pada bagian terluar dari sebuah deaerator.

2.3.3 Prinsip Kerja *Deaerator*

Prinsip kerjanya saat start up air kondensat disirkulasikan ke dalam *deaerator* mencapai level yang telah di tentukan (2150 mm). Air kondensat dari LPH #4 dialirkan menuju ke *deaerator* melalui *condensate inlet*. Kemudian air kondensat dikabutkan melalui jajaran pengabut (*spray*) untuk memperluas bidang kontak antara air dengan pemanas serta menjamin pemerataan distribusi air kondensat didalam pemanas. Air kondensat yang mengabut ini kemudian turun ke bawah pada level air kondensat di dalam tangki *deaerator*. Uap ekstraksi dari *IP turbin* dan *auxiliary steam header* dialirkan melalui bagian atas pipa. Sebelum beban mencapai 20% atau beban sekitar 70MW, steam yang dialirkan masuk ke dalam *deaerator* menggunakan *auxiliary steam header* atau *cold reheat steam* yang temperaturnya mencapai sekitar 225°C. Setelah beban mencapai 20% terjadi *change over*, uap yang dialirkan kedalam *deaerator* diganti dengan uap ekstraksi dari IP yang temperaturnya mencapai sekitar 335C. Uap masuk ke dalam *deaerator* melalui *steam supply pipe* dan bercampur dengan air kondensat di dalam *deaerator*. Akibatnya terjadi pertukaran panas antara uap dengan air sekaligus terjadi pula proses *deaerasi*. Selain itu *deaerator* juga dapat menaikkan temperatur air kondensat dari temperatur sekitar 135⁰C sampai 155⁰C. Setelah

dari *deaerator* air kondensat kemudian dialirkan ke *Boiler Feed Water Pump*. Dari *deaerator* air akan dipompa dengan tiga *boiler feed water pump* motor yang digerakkan oleh motor disebut *Motor Driven Pump*, dimana kapasitas tiap pompa 100% menuju *High Preassure Heater* #6 dan #7 dan akan menuju ke *Economizer* terus ke *Steam Drum* (Triwijayanta, Bayu. 2014).

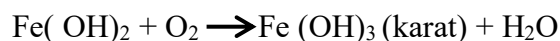
Untuk mengikat O₂ terlarut dalam *boiler feed water* agar tidak menimbulkan korosi di *boiler*, maka harus diinjeksikan *Hydrazine* (N₂H₄) di *deaerator*. Pada PLTU terdapat satu *deaerator* tiap unitnya dengan tipe *spray non head* terletak di dalam rumah turbin. Setelah terjadi proses *deaerasi* dalam *deaerator*, air akan dipompakan oleh *boiler feed pump* menuju ke *high pressure heater* kemudian ke *boiler* (UNIT BISNIS JASA Q&M PLTU Indramayu, 2012).

2.3.4 Proses Deaerasi Pada Deaerator

Deaerasi adalah perlakuan terhadap air untuk menghilangkan gas-gas yang larut dalam air (Triwijayanta, 2014). Adapun gas-gas yang larut dalam air adalah:

- a. Oksigen (O₂)
- b. Karbondioksida (CO₂)
- c. Hidrogen (H₂S)

Pengaruh gas CO₂ dalam air dapat menyebabkan air bersifat asam. Bila gas ini terkandung dalam air, maka air menjadi korosif terhadap pipa yang akan membentuk besi karbonat yang larut. Didalam air yang terkandung 2-50 ppm CO₂, air yang bersifat korosif. Gas yang mempercepat korosi adalah oksigen, korosif yang terjadi mengakibatkan lubang-lubang perkaratan pada besi. Sesuai dengan reaksi:



Untuk menghilangkan gas-gas terlarut seperti oksigen, dapat digunakan dengan cara mekanis dan kimiawi.

Metode *deaerasi* ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Metode *deaerasi* dengan sistem pemanasan

Proses *deaerasi* pemanasan adalah proses pemisahan yang dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanik yang telah dirancang sedemikian rupa yang digunakan untuk proses keria sesuai dengan yang diinginkan. Prinsip dasar dari *deaerasi* dengan sistem pemanasan adalah apabila temperatur dinaikkan pada air maka kelarutan dari gas-gas akan berkurang atau turun. Jadi syarat-syarat terjadinya *deaerasi* secara maksimal itu sangat tergantung pada temperatur. Jika temperatur tidak sesuai dengan yang seharusnya, maka *deaerasi* tersebut tidak berjalan baik.

2. Metode *deaerasi* dengan system penambahan zat kimia

Deaerasi dengan sistem penambahan zat kimia adalah dengan cara memasukkan larutan kimia kedalam air. Di PLTU Unit Pelaksana Pembangunan Belawan memakai zat kimia *Hydrazine* (N_2H_4) pada proses *deaerasi*.



Gambar 2.14. *Hydrazine Pump*

2.3.5 Peralatan Bantu *Deaerator*

Pada *Deaerator* terdapat beberapa alat bantu diantaranya:

1. Katup pengaman tekanan lebih atau disebut dengan *Relief Valve*. Bila tekanan di dalam deaerator terlalu tinggi hingga mencapai harga tertentu, maka katup pengaman akan terbuka sehingga deaerator akan terhubung ke atmosfer. Dalam keadaan ini, uap akan mengalir ke atmosfer dan deaerator lebih aman.
2. *Vacum Breaker*, untuk melindungi dari kemungkinan terjadinya vacum. Perangkatnya berupa saluran yang ditutup dengan diafragma. Bila tekanan turun hingga lebih rendah dari tekanan atmosfer, maka diafragma akan pecah dengan udara atmosfer akan masuk guna mencegah vacum yang lebih tinggi di dalam *deaerator*.
3. Terdiri dari dua drum dimana drum yang lebih kecil merupakan tempat pemanasan pendahuluan dan pembuangan gas-gas dari bahan air ketel, sedangkan drum yang lebih besar merupakan tempat penampungan bahan air ketel yang jatuh dari drum yang lebih kecil di atasnya. Pada drum yang lebih kecil terdapat spray nozzle yang berfungsi untuk menyemprot bahan air ketel menjadi butiran-butiran air halus agar proses pemanasan dan pembuangan gas-gas dari bahan air ketel lebih sempurna. Juga pada drum yang lebih kecil disediakan satu saluran vent agar gas-gas dapat terbang bersama steam ke atmosfer (“Manual Book Dearator PLTU Indramayu” PT. PJB UBJOM Indramayu).

2.4 Teori Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu

kondisi yang bisa diterima. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbaharui umur masa pakai dan kegagalan/kerusakan mesin. (Setiawan F.D, 2008). Menurut (Sofyan Assauri 2004) pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian /penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Setiawan, F,D, 2008).

Menurut (Daryus A, 2008) dalam bukunya manajemen pemeliharaan mesin tujuan pemeliharaan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang kegunaan aset
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Sedangkan menurut (Sofyan Assauri, 2004) tujuan pemeliharaan adalah:

- 1) Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi
- 2) Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu
- 3) Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar

batas dan menjaga modal yang di investasikan tersebut

- 4) Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien
- 5) Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja
- 6) Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi - fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan (*return on investment*) yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.5 Jenis-Jenis Pemeliharaan

2.5.1 Pemeliharaan Terencana

Pemeliharaan terencana adalah suatu pemeliharaan yang direncanakan sebelumnya dan jauh sebelumnya sudah diketahui bahwa pemeliharaan harus dilakukan pada waktu tertentu yang akan datang dan untuk itu dibuat perencanaannya. Perencanaannya dibuat berdasarkan buku petunjuk pemeliharaan mesin, jam operasi mesin serta pengaruh dari kondisi lingkungan sekitarnya.

2.5.2 *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance merupakan perawatan yang sifatnya mencegah dan dilakukan secara berkala. Langkah-langkah melakukan *Preventive Maintenance* yaitu dengan cara inspeksi, monitoring, pemeliharaan rutin, pemeliharaan harian dan penggantian atau perbaikan komponen minor (*minor repairing*) yang semua telah direncanakan dengan baik sebelumnya.

2.5.3 Predictive Maintenance

Predictive maintenance adalah untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan dan menentukan keandalan masing-masing komponen peralatan untuk melakukan penggantian komponen sesuai dengan jadwal keandalan. Biasanya pemeliharaan predictive biasanya dilakukan dengan monitoring peralatan saat beroperasi.

2.5.4 Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan peralatan yang dilakukan ketika alat telah mengalami kerusakan dan dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi peralatan serta mengubah mesin sehingga menjadi lebih mudah dan dapat memperkecil breakdown maintenance.

2.5.5 Breakdown Miantenance

Breakdown Miantenance merupakan pemeliharaan yang dilakukan ketika terjadinya kerusakan pada peralatan dan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat/ produk yang sedang beroperasi, yang mengakibatkan kerusakan bahkan hingga alat tidak beroperasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Analisis ini dimulai sejak judul tugas akhir ini disetujui oleh dosen pembimbing. Waktu yang akan digunakan untuk persiapan penyusunan tugas akhir ini dapat ditemukan dalam Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

Aktifitas	2023					2024					
	Mei.	Jun.	Jul.	Agu.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mar.
Pengajuan Judul											
Penyelesaian Proposal											
Seminar Proposal											
Pengumpulan Data											
Analisis data											
Penyelesaian Laporan											
Seminar Hasil											
Sidang Sarjana											

3.1.2 Tempat Penelitian

Penulis melakukan penelitian di PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan, yang merupakan penyedia listrik terbesar untuk wilayah Sumatera Utara. PT. PLN (Persero) ini mengoperasikan empat Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan empat Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Luas wilayah fasilitas PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan ini mencapai sekitar 47 hektar.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari data yang diperoleh dari PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan, serta data-data yang ditemukan dalam pustaka yang relevan dengan penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori:

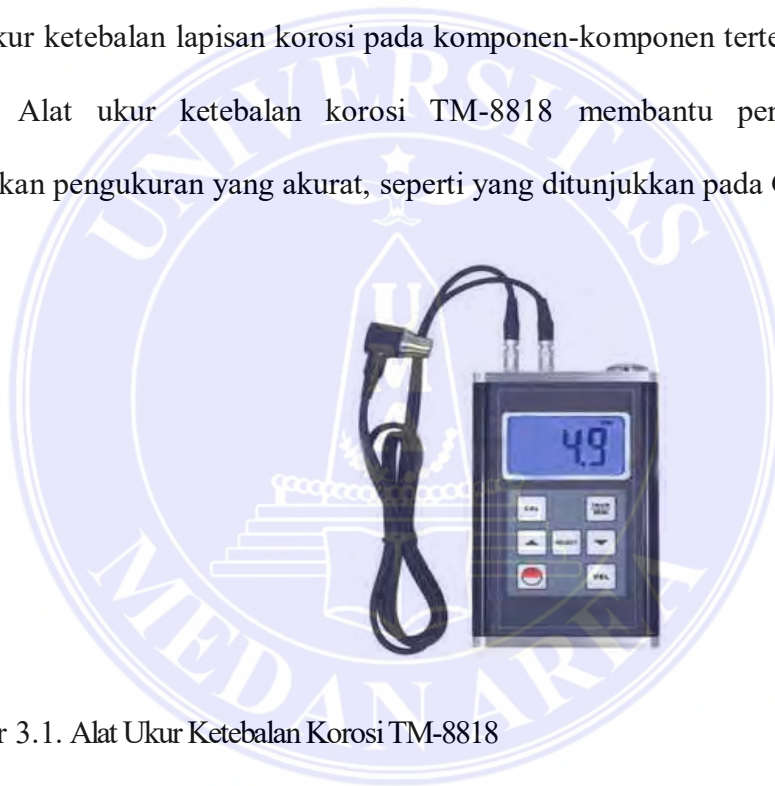
1. Data Primer, ini mencakup data yang diperoleh langsung dari PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan, seperti data operasional, rekaman kinerja, informasi teknis terkait pasokan air dan proses deaerasi. spesifikasi, dan siklus deaerator pada control room.
2. Data Sekunder, ini adalah data yang ditemukan dalam sumber-sumber pustaka, seperti jurnal ilmiah, buku, dan publikasi terkait manajemen pasokan air, operasional PLTU, dan topik terkait lainnya. Data sekunder digunakan untuk mendukung analisis dan pemahaman lebih lanjut tentang isu-isu yang diteliti.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh data di PLTU PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan adalah sebagai berikut:

1. Alat Ukur Ketebalan Korosi TM-8818

Alat Ukur Ketebalan Korosi TM-8818: Alat ini digunakan untuk mengukur ketebalan lapisan korosi pada komponen-komponen tertentu di fasilitas PLTU. Alat ukur ketebalan korosi TM-8818 membantu pengguna dalam melakukan pengukuran yang akurat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alat Ukur Ketebalan Korosi TM-8818

2. Termometer

Termometer digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur suhu air dan uap pada *Deaerator*. Hasil pengukuran suhu ini kemudian disampaikan ke ruang kontrol (*control room*) untuk pemantauan dan pengendalian proses. Gambar 3.2 menunjukkan contoh gambar termometer yang digunakan dalam pengukuran suhu air dan uap di *Deaerator*.



Gambar 3.2. Termometer

3. Manometer

Manometer digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur tekanan air dan uap pada *Deaerator*. Hasil pengukuran tekanan ini kemudian disampaikan ke ruang kontrol (control room) untuk pemantauan dan pengendalian proses. Gambar 3.3 menunjukkan contoh gambar manometer yang digunakan dalam pengukuran tekanan di *Deaerator*.



Gambar 3.3. Manometer

3.3 Metode Penelitian

Dalam hal pengumpulan data, penulis terjun langsung ke lokasi objek yang akan diteliti untuk mendapatkan data yang valid. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode Observasi (Pengamatan)

Peneliti melakukan pengamatan langsung pada lokasi objek penelitian. Pengamatan meliputi pemantauan secara langsung terhadap proses perawatan yang dilakukan pada kerusakan *Deaerator*. Ini mencakup identifikasi dan dokumentasi kerusakan, tindakan perbaikan yang diambil, dan hasil dari perawatan tersebut. Pengamatan ini membantu dalam memahami proses perawatan dan mengumpulkan data relevan terkait kerusakan *Deaerator*.

2. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara dengan pihak-pihak terkait, seperti petugas perawatan, insinyur, atau staf teknis yang berpengalaman dalam perbaikan dan pemeliharaan *Deaerator*. Tujuannya adalah untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai kerusakan yang pernah terjadi pada *Deaerator* dan tindakan perawatan yang telah diambil. Wawancara juga dapat mengungkapkan pengalaman dan pandangan dari mereka yang berpengalaman dalam pengelolaan *Deaerator*.

3.4 Populasi dan Sampel

Sampel yang diambil dari *Deaerator* terdiri dari air. Air ini telah menjalani proses pemurnian dan digunakan sebagai pemanas awal untuk air pengisi ketel sebelum disalurkan ke dalam *boiler*. Dengan mengambil sampel air ini, peneliti dapat menganalisis kualitas air, termasuk tingkat kebersihan dan ketebalan lapisan korosi, yang relevan dengan tujuan penelitian.

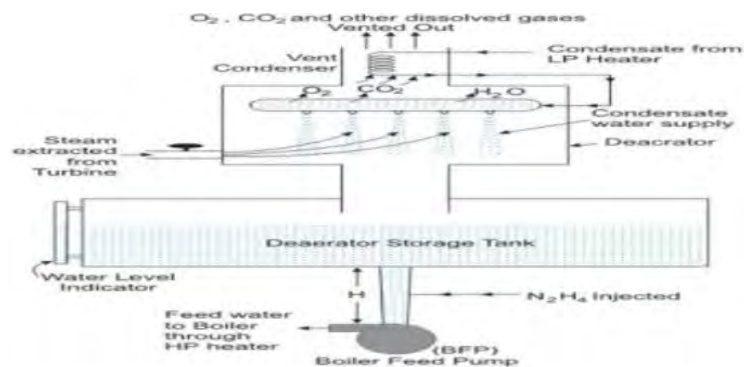
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses *Deaerator* adalah jumlah

aliran air kondensat, jumlah aliran bahan air ketel, tekanan dalam air *deaerator* dan level air dalam *dearator*. Jika salah satu tidak bekerja dengan baik dapat berpengaruh buruk terhadap sistem air umpan, system kondensat dan juga menaikkan pemakaian bahan kimia yang lebih tinggi.

3.5 Prosedur Kerja

Tujuan utama *Deaerator* adalah untuk menghilangkan gas terlarut yang tidak diinginkan dan oksigen terlarut dari air umpan *boiler* sebelum masuk ke *boiler*.

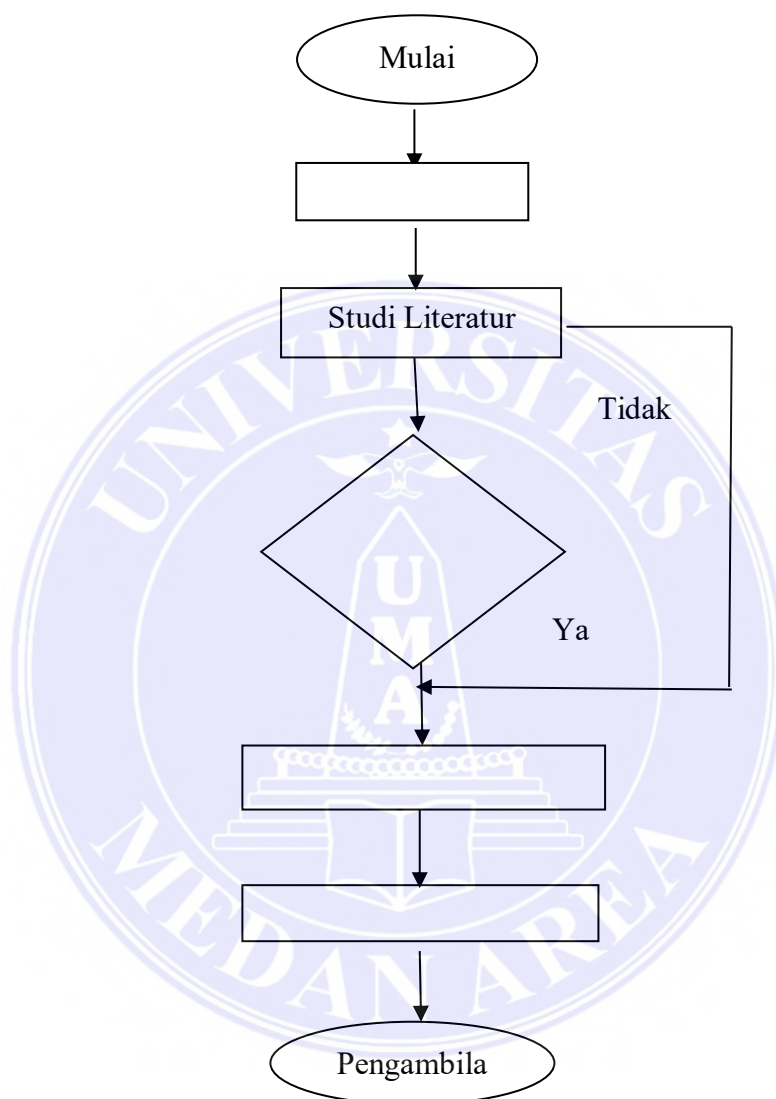
Kondensat yang masuk ke *Deaerator* disemprotkan dari bagian atas *deaerator* (di dalam) sehingga mengekspos area permukaan yang luas dan uap yang dikeluarkan dari turbin diumpankan dari bagian bawah seperti yang ditunjukkan pada gambar. Uap mengalir ke atas melalui kondensat yang turun, memanaskannya hingga suhu saturasi yang menyebabkan pembebasan gas terlarut dari air umpan ke *boiler*. Melepaskan gas terlarut bersama dengan beberapa uap air yang dikondensasikan kembali di kondensor ventilasi dan gas dikeluarkan. Kondensat yang dipanaskan dan di *deaerasi* bersama dengan uap yang terkondensasi masuk ke tangki penyimpanan umpan *Deaerator* dari tempat pengisapan air umpan ke BFP (*Boiler Feed Pump*).



Gambar 3.4. Diagram Prinsip Kerja *Deaerator*

3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Setelah mengamati pemeliharaan *Deaerator* pada PLTU PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan, penulis membuat beberapa kesimpulan antara lain :

1. Perawatan unit *Deaerator* di PLTU Belawan menggunakan *preventive maintenance* yang dilakukan sekali 4 bulan dan *predictive maintenance* yang dilakukan jika ada perubahan atau kelainan pada kondisi fisik dan fungsi di *Deaerator*.
2. *Deaerator* untuk memanaskan air kondensat dari uap *ekstraksi LP Turbin* dan yang menghilangkan gas-gas dari sistem air kondensat dengan cara kimia dengan menginjeksikan *Hydrazine* pada air kondensat sebelum masuk ke *Deaerator*. Yang menghasilkan level atau kualitas air 1892 mm *level low* dan 1930 mm *level high*.

3. Yang perlu diperhatikan pada proses *Deaerator* adalah

Tekanan pada *Deaerator*, yang mempengaruhi keretakan pada *Steam supply pipe* karena adanya tekanan air yang cukup besar dan *Deaerator tank* karena adanya suhu yang mendadak atau berubah dan tekanan yang lebih besar.

Tekanan di *Deaerator* adalah 0,925 Mpa dan 0,927 Mpa.

5.2 Saran

Agar tidak terjadi kerusakan, sebaiknya pemeliharaan secara berkala lebih ditingkatkan agar dapat meminimalisasi kerusakan dan tidak ada gangguan pada *Deaerator* di PLTU PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangunan Belawan.



DAFTAR PUSTAKA

- Academia.edu. (tanpa tahun). “Makalah PLTU” academia.edu - Makalah yang membahas pemeliharaan di dalam PLTU, termasuk analisa perpipaan dari deaerator hingga economizer.
- Anonym, “Manual Book *Deaerator* PLTU Indramayu“. PT PJB UBJOM Indramayu.
- Apolonius A, H, Awang N.I, W. & Wijayanti, E, 2015. *Identifikasi Sistem Temperatur Air Dengan Deaerator* pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap.
- Beijing BEIZONG Co. Ltd. 2013. *Operating Instructions Feed Water Deaerator* Beijing BEIZONG Co. Ltd
- Electrical4U, 2020. *Deaerating Heater Deaerator*.
- Eonchemicals, 2021. *Prinsip Kerja Deaerator yang Penting Untuk Diketahui*.
- PPIPE BPPT, Outlook Energi Indonesia. 2018. Energi Berkelanjutan untuk Transportasi Darat.
- PT PLN (Persero) Unit Pendidikan Dan Pelatihan Suralaya. 2013. *Materi Heat Exchanger* Suralaya PT PLN (Persero).
- Raharjo, RW. 2023. “Pemodelan Sistem Pengendalian Level Deaerator Berbasis Self-Tuning Fuzzy PID Controller di PLTU Teluk Balikpapan” jurnal.poltekba.ac.id - Artikel ini membahas pengendalian level deaerator menggunakan Self-Tuning Fuzzy PID Controller di PLTU Teluk Balikpapan.
- ResearchGate. 2021. “Sistem Kontrol Terdistribusi pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap PLTU” researchgate.net - Artikel ini menyajikan sistem kontrol terdistribusi di PLTU, yang mencakup bagian penting seperti deaerator.
- Rirkita, A. 2021. *Analisis Kestabilan Sistem Pengendalian Level Air Deaerator PLTU Unit 3 PT Cahaya Fajar Kaltim*.
- Scribd - Laporan Samudra Kerja Praktek Perawatan Boiler di PLTU 3 Bengkayang 2x50 MW PT PLN (Persero) UPDK Singkawang.
- Scribd - Sistem Eksitasi Dan Proteksi Generator Pada PT PLN Nusantara Power PLTU Paiton Unit 9.
- Setiawan, D. 2015. *Perawatan Mekanikal Mesin Produksi, Maximus*, Yogyakarta.
- Setiawan, D. & Daryus, A. 2015. Dalam Bukunya *Manajemen Pemeliharaan Mesin*.
- Triwijayanta, Bayu. 2014. Pengoperasian dan Perawatan Deaerator PLTU 1 Jawa Timur Pacitan. Semarang: Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sheet Deaerator Buku Manual

ABB
LIGA BRONKHORST

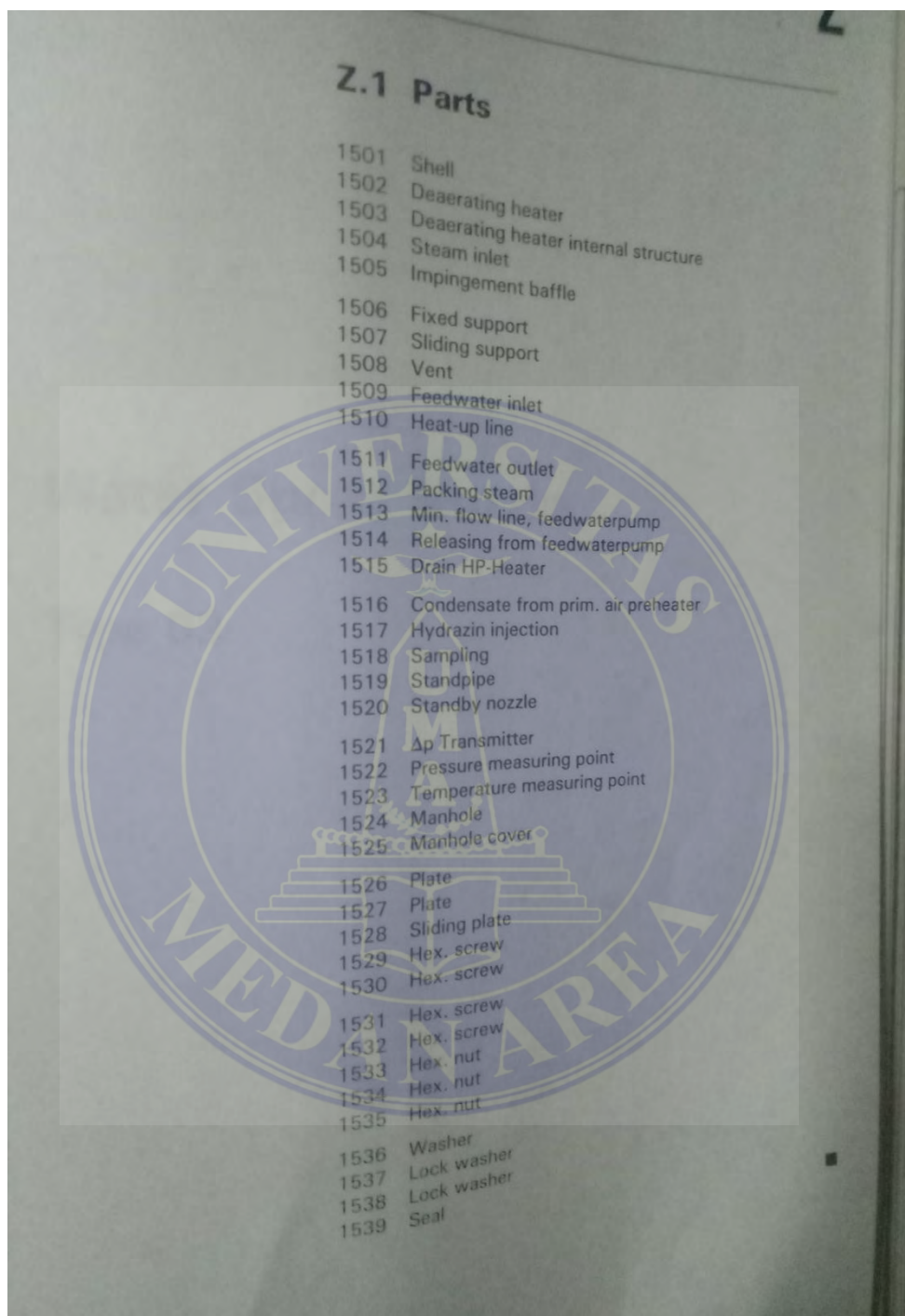
Order No.	1-344 203		Data Sheet	
Plant	Belawan 3+4		Feedwater Storage Tank	
Designator in schematic diagram	HTDM 000 941		KKS-No. 30 LAA50 AC001 40 LAA50 AC001	
Make	ABB		Type (gross contents)	m ³ 80
Ø D. x Ltot	m	3.0/11.9	Qty	1
Operating data (at 100% turbine load)				
Feedwater flow	kg/s	60.314	Pressure	bar 8.519
Density	kg/m ³	894	Temperature	°C 173
Design data				
Test overpressure	bar	15.75	Design overpressure	bar 10.5
Net contents	m ³	64	Design temperature	°C 186
Overpressure protection				
Pressure relief valves			Isolating safety valves	
Qty	DN inlet	Blow-off capacity/unit	Qty	DN
1	150	kg/s 7.8		
Total		kg/s 7.8	Total	kg/s -
Heating equipment				
Heating of 64 m ³ water from 20°C to 105°C in 2 h				
<input type="checkbox"/> Heating			<input type="checkbox"/> Outage heating	
<input checked="" type="checkbox"/> Injection of steam under water			<input type="checkbox"/> Circulation through deaerating heater	
<input type="checkbox"/> Surface feedheater			<input type="checkbox"/> Steam to deaerating heater	
<input type="checkbox"/> Electric			Heat capacity for outage heating kW	
Documentation				
Description	HTDM 600 114	Sectional drawing	HTDM 101 275	

HTDM 600 114 E
E 23

Lampiran 2. Data Sheet Heaerating Heater

ABB		Data Sheet	
Order No	1-344 203	Deaerating Heater	
Plant	Belawan 3+4	KKS No	30 LAA50 AC001 40 LAA50 AC001
Designator in schematic diagram HTDM 000 941		Type	MVE/M 12-0.4
Make	ABB	Gly	1
O. D.	m 1.2		
Operating data (per heater at 100% turbine load)			
Steam flow	kg/s	3.752	
Steam pressure	bar	8.519	
Steam temperature	°C	220.7	
Main condensate flow	kg/s	60.314	
Main condensate inlet temperature	°C	139.7	
Main condensate outlet temperature	°C	173	
Deaerating			
O ₂ content	ppb	10	
at turbine load	valid for O ₂ = 200 ppb at deaerator inlet	%	<40
O ₂ content	ppb	5	
at turbine load	%	>40	
Design data			
Test overpressure	bar	15.75	
Design overpressure	bar	10.5	
Design temperature	°C	186	
Water spray head			
Spring pre-tension	mm	31.3	
Documentation		HTDM 101 276	
Description	HTDM 600 114	Sectional drawing	
		HTDM 600 114 E 1/20	

Lampiran 3. Data Sheet Parts pada Deaerator



Z.1 Parts	
1501	Shell
1502	Deaerating heater
1503	Deaerating heater internal structure
1504	Steam inlet
1505	Impingement baffle
1506	Fixed support
1507	Sliding support
1508	Vent
1509	Feedwater inlet
1510	Heat-up line
1511	Feedwater outlet
1512	Packing steam
1513	Min. flow line, feedwaterpump
1514	Releasing from feedwaterpump
1515	Drain HP-Heater
1516	Condensate from prim. air preheater
1517	Hydrazin injection
1518	Sampling
1519	Standpipe
1520	Standby nozzle
1521	Ap Transmitter
1522	Pressure measuring point
1523	Temperature measuring point
1524	Manhole
1525	Manhole cover
1526	Plate
1527	Plate
1528	Sliding plate
1529	Hex. screw
1530	Hex. screw
1531	Hex. screw
1532	Hex. screw
1533	Hex. nut
1534	Hex. nut
1535	Hex. nut
1536	Washer
1537	Lock washer
1538	Lock washer
1539	Seal

Lampiran 4. Data Sheet Design pada Deaerator

Designation	Quantity			Flange according to		Welding connections according to			Fig.	Material according to	Pressure rating	Temperature	X	Y
	4	5	6	Standard No. Shape	Type of seal	Outside dia X wall thickness (mm)	Welding seam							
3														
Feedwater inlet	1	200	40	DIN 2635	C	—	—	a	AS 14.3	1.5	150	1.5	1.5	1.5
Steam inlet	1	300	—	—	—	323.5 x 7.1	—	b	WNr. 1454	1.5	150	1.5	1.5	1.5
Feedwater outlet	1	200	16	DIN 2633	C	—	—	a	2.2 19.2	1.5	150	1.5	1.5	1.5
Packing steam	1	150	—	—	—	162.3 x 4.5	—	b	SI 35#	1.5	150	1.5	1.5	1.5
Min. flow from feedwater pump	3	100	16	DIN 2633	V13	—	—	c	R 24 37-2	1.5	150	1.5	1.5	1.5
Releasing from feedwater pump	3	50	16	DIN 2633	V13	—	—	c	R 24 37-2	1.5	150	1.5	1.5	1.5

Figure data: /Foundation load:

Iteration values: (per support)
 Cental: $a_x = 3$
 Cental: $a_y = 4,2$

Station 1200
 Cental: F_x
 Cental: F_y

$N F_v = 202100$ N

Fig. a: [Cross-section drawing of a flange]

Fig. b: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. c: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. d: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. e: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. f: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. g: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. h: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. i: [Cross-section drawing of a flange with a seal]

Fig. j: [Cross-section drawing of a flange with a seal]