

EFISIENSI PLTU PANGKALAN SUSU UNIT 3&4 (2X200 MW)

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

MAHASISWA KERJA PRAKTEK:

YAHYA HERLAMBAH

178 130 036



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

**MEDAN
2021**

EFISIENSI PLTU PANGKALAN SUSU UNIT 3&4 (2X200 MW)

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

MAHASISWA KERJA PRAKTEK:

YAHYA HERLAMBAANG

178 130 036



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

**MEDAN
2021**

EFISIENSI PLTU PANGKALAN SUSU UNIT 3&4 (2X200 MW)

LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Pengajuan Tugas Akhir
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Mahasiswa Kerja Praktek:

JOKO

178 130 147

YAHYA HERLAMBANG

178 130 036

AHMAD FAKHRURROZI

178 130 037

NIZAR YAKUB

178 130 132





Pembimbing Kerja Praktek:

Kepala Program Studi:



IR. HAMIRSYAM NST, M.T



MUHAMMAD IDRIS, ST, MT

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

**MEDAN
2020**

**ABSENSI SEMINAR
KERJA PRAKTEK LAPANGAN**



MAHASISWA KERJA PRAKTEK:

NAMA	NPM	PARAF
JOKO	178 130 147	
YAHYA HERLAMBANG	178 130 036	
AHMAD FAKHRURROZI	178 130 037	
NIZAR YAKUB	178 130 132	

(A) 17

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Medan Area

Hari/ Tanggal : Selasa, 26 Januari 2021

DOSEN PENDAMPING

(M. IDRIS, S.T., MT)

DOSEN PEMBIMBING

(IR. H. AMIRSYAM NST, MT)



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎ (061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366998 Medan 20223
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 134/FT.3/01.14/X/2020
Lamp : -
Hal : **Kerja Praktek**

22 Oktober 2020

Yth, Pimpinan PT. PLN (Persero) Unit Pelakasana Proyek Pembangkit Sumatera 2
Desa Tanjung Pasir, Pangkalan Susu
Di
Sumatera Utara

Dengan hormat,
Dengan surat ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	N A M A	N P M	PROG. STUDI
1	Yahya Herlambang	178130036	Teknik Mesin
2	Ahmad Fakhurrozi	178130037	Teknik Mesin
3	Nizar Yakub	178130132	Teknik Mesin
4	Joko	178130147	Teknik Mesin

Untuk melaksanakan Kerja Praktek pada Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Kerja Praktek tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah. Kami mohon kiranya juga dapat diberikan kemudahan untuk terlaksananya Kerja Praktek dengan judul:

Efisiensi pada PLTU 2 Sumatera Utara 3 & 4 (2x200 mw)

Demikian kami sampaikan, atas kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

A.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik,



Susilawati, S.Kom, M.Kom

Tembusan :

1. Ka. BAMAI
2. Mahasiswa
3. File

UIP PEMBANGKIT SUMATERA
UPP PEMBANGKIT SUMATERA 2

Nomor : 0272/STH.01.04/B39020000/2020
Lampiran : 1 Lembar
Sifat : Biasa
Hal : Balasan Surat Permohonan Kerja Praktek

03 November 2020

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area Jl.
Setia Budi No. 79 - Medan

Dengan Hormat,

Menanggapi surat dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area No. 134/FT /3/01.14/X/2020 tanggal 22 Oktober 2020 perihal Kerja Praktek, dengan ini kami memberikan izin Kerja Praktek pada proyek pembangunan PLTU Pangkalan Susu Unit 3 dan Unit 4 terhitung tanggal 3 November 2020 - 2 Desember 2020.

Adapun mahasiswa yang akan Kerja Praktek sebagai berikut:

No.	Nama	NPM	Prog. Studi
1	Yahya Herlambang	178130036	Teknik Mesin
2	Ahmad Fakhurrozi	178130037	Teknik Mesin
3	Nizar Yakub	178130132	Teknik Mesin
4	Joko	178130147	Teknik Mesin

Demikian disampaikan, atas kerjasamanya diucapkan terimakasih.

MANAGER UNIT PELAKSANA PROYEK
PEMBANGKIT SUMATERA 2,



ACHMAD HUIRULLAH

SURAT KETERANGAN

Nomor : 0004.SK/STH.00.01/B39020000/2021

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2 menerangkan bahwa:

No.	Nama	NPM	Prog. Studi
1	Yahya Herlambang	178130036	Teknik Mesin
2	Ahmad Fakhurrozi	178130037	Teknik Mesin
3	Nizar Yakub	178130132	Teknik Mesin
4	Joko	178130147	Teknik Mesin

Telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2 Proyek PLTU Pangkalan Susu 3&4, terhitung tanggal 03 November 2020 sampai dengan 02 Desember 2020.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pangkalan Susu, 28 Januari 2021
Manager

Ahmad Huirullah

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya, Penulis dapat melaksanakan Kerja Praktek serta menyelesaikan Laporan Kerja Praktek yang berjudul Efisiensi PLTU Pangkalan Susu 3&4 (2x200 MW) sesuai dengan rencana, dan tak lupa shalawat serta salam selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad *Shallallahu alaihi wasallam*.

Kerja Praktek yang penulis laksanakan di PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera – Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2 ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk Tugas Akhir serta sebagai sarana mahasiswa untuk mengenal dunia kerja dan mengaplikasikan teori-teori perkuliahan untuk pemecahan permasalahan yang dialami perusahaan.

Laporan Kerja Praktek ini berisi tentang seluk beluk pembangkit listrik tenaga uap khususnya di PLTU Pangkalan Susu unit 3&4 (2200 MW) secara garis besar dimana pembangkit tersebut merupakan pembangkit baru yang dibangun oleh PT PLN (Persero).

Dalam menyelesaikan Laporan Kerja Praktek ini penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan, dukungan dan batuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H Amirsyam Nst, MT. selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek
2. Bapak Muhammad Idris, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin
3. Ibu Dr. Ir.Dina Maizana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Huirullah selaku Manager Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2
5. Bapak Junaedi Sugana Putratama selaku Supervisor Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2
6. Bapak Erwin Suharto & Bapak Zulham Efendi Hasym selaku pengarah Kerja Praktek di Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2
7. Seluruh staff PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera – Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin, namun Penulis menyadari dalam laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan laporan ini.

Medan, Desember 2020

Penulis,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Kerja Praktek.....	1
1.3. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek.....	1
TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN.....	2
2.1. Sejarah Singkat Perusahaan.....	2
2.2. Struktur Organisasi.....	3
2.3. Tugas dan Tanggungjawab.....	4
SISTEM KERJA PERUSAHAAN.....	7
3.1. Proses Bisnis PT PLN (Persero) UIP KITSUM – UPP KITSUM 2.....	7
3.2. Cara Kerja PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4.....	7
3.3. Peralatan Utama PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4.....	8
3.4. Peralatan Pendukung PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4.....	11
3.5. Efisiensi Thermal Siklus PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4.....	19
PENUTUP.....	24
4.1. Resume Kerja Praktek.....	24
4.2. Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Unit Proyek PT PLN (Persero) UIP KITSUM	3
Tabel 3. 1. Nilai enthalpy dan entropy pada kondisi uap masuk turbin (desain) ..	20
Tabel 3. 2. Nilai enthalpy dan entropy uap masuk kondensor (desain)	21
Tabel 3. 3. Nilai enthalpy dan entropy pada kondisi uap masuk turbin (aktual) ..	22
Tabel 3. 4. Nilai enthalpy dan entropy uap masuk kondensor (aktual)	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Struktur Organisasi PT PLN (Persero) UIP KITSUM	4
Gambar 2. 2 Bagan Struktur Organisasi UPP KITSUM 2	4
Gambar 3. 1. Boiler Tipe Pulverized Coal.....	9
Gambar 3. 2. Boiler PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4.....	9
Gambar 3. 3. Turbin PLTU Pangkalan Susu	10
Gambar 3. 4. Generator PLTU Pangkalan Susu.....	11
Gambar 3. 5. BFP PLTU Pangkalan Susu	12
Gambar 3. 6. Fasilitas Reverse Osmosis PLTU Pangkalan Susu	12
Gambar 3. 7. Hydrogen Plant.....	13
Gambar 3. 8. Circulating Water Pump PLTU Pangkalan Susu	14
Gambar 3. 9. Traveling Bar Screen di Sisi Intake.....	15
Gambar 3. 10. Stacker Reclaimer PLTU Pangkalan Susu.....	16
Gambar 3. 11. Submerge Scraper Conveyor PLTU Pangkalan Susu	17
Gambar 3. 12. Electrostatic Precipitator PLTU Pangkalan Susu.....	18
Gambar 3. 13. Bagan Siklus PLTU Pangkalan Susu sesuai Desain dan Aktual...	19
Gambar 3. 14. T-S Diagram Siklus Rankine	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kontrak Unjuk Kerja Pembangunan PLTU Pangkalan Susu.....	26
Lampiran 2. Tabel A-4 Saturated Water – Temperature Table	27
Lampiran 3. Tabel A-5 Saturated Water – Pressure Table	28
Lampiran 4. Tabel A-6 Superheated Water	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PLTU Pangkalan Susu unit 3&4 (2x200 MW) merupakan pembangkit listrik baru yang dibangun oleh pemerintah melalui PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera – Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2 guna meningkatkan keandalan sistem kelistrikan di Sumatera.

Pembangunan PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 tergolong kedalam proyek konstruksi, dalam pembangunan pembangkit tidak semua komponen dibuat didalam pabrik, sebagian besar komponen dibuat dan dirakit di lokasi proyek tersebut dengan desain yang disesuaikan dengan karakteristik lokasi dimana pembangkit tersebut dibangun. Dengan demikian setiap pembangkit memiliki karakteristik yang berbeda-beda walaupun spesifikasi dan kapasitasnya sama. Atas dasar hal tersebut maka perlu dilakukan pengecekan terhadap efisiensi aktual pembangkit yang telah dibangun tersebut dibandingkan dengan nilai efisiensi yang sesuai dengan desain pembangkit tersebut.

1.2. Tujuan Kerja Praktek

- a. Untuk memenuhi salah satu syarat pengambilan Tugas Akhir pada program studi teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
- b. Untuk mempelajari bagian-bagian serta cara kerja dari PLTU dan efisiensi termal PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4.
- c. Untuk mengetahui perbandingan anatara efisiensi aktual sistem PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 dengan efisiensi sistem yang sesuai dengan desain.

1.3. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Waktu pelaksanaan Kerja Praktek ini adalah selama 30 hari yaitu mulai dari tanggal 3 November 2020 sampai dengan tanggal 2 Desember 2020. Kerja praktek ini penulis lakukan di PT PLN (Persero) Unit Pembangunan Pembangkit Sumatera – Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2.

BAB II

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

2.1. Sejarah Singkat Perusahaan

Kebutuhan tenaga listrik yang terus menerus meningkat setiap tahunnya khususnya disistem kelistrikan Sumatera menuntut dilakukannya pembangunan pembangkit listrik baru yang efisien. Untuk menjawab tantangan tersebut Direksi PT PLN (Persero) membentuk 2 unit kerja yang bertugas membangun pembangkit listrik di wilayah Sumatera yaitu:

- a. PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera I yang tertuang dalam Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No.588.K/DIR/2010, sebagaimana telah diubah dengan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No.245.K/DIR/2012.
- b. PT PLN Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera I yang tertuang dalam Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No.590.K/DIR/2010, sebagaimana telah diubah dengan Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No.246.K/DIR/2012.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan koorporasi serta peningkatan pelaksanaan pembangunan pembangkit di wilayah Sumatera, dilakukan penataan organisasi pengelola pembangunan pembangkit dengan melebur PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera I dengan PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera II menjadi PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan I melalui Surat Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No.165.K/DIR/2013 tanggal 13 Februari 2013 yang kemudian diubah menjadi PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera melalui Peraturan Direksi PT PLN (Persero) No.0043.P/DIR/2016.

Wilayah kerja PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera meliputi satu wilayah Sumatera dengan 10 Provinsi dimana diantaranya adalah Provinsi Aceh, Provinsi Sumatera Utara, Provinsi

Sumatera Barat, Provinsi Riau, Provinsi Kepulauan Riau, Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Provinsi Jambi, Provinsi Bengkulu, dan Provinsi Lampung. Untuk mengakomodir wilayah kerja yang cukup luas, PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera atau disingkat PLN UIP KITSUM dibagi menjadi 8 unit pelaksana proyek pembangkit sumatera atau disingkat UPP KITSUM yang bertugas untuk mengawasi proyek pembangunan pembangkit dengan detail sebagai berikut:

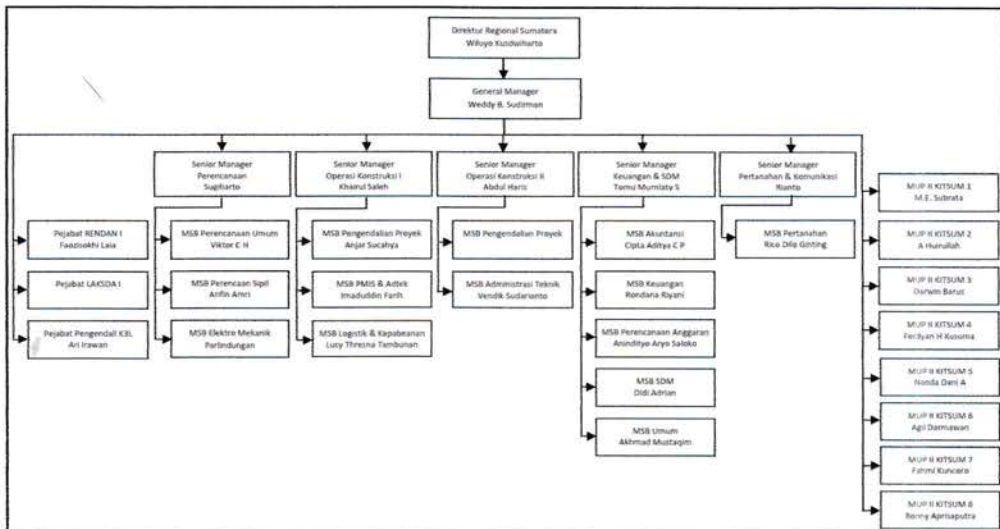
No.	UNIT	Proyek PLN Aktif	Kapasitas (MW)	Status
1	UPP KITSUM 1	PLTGU Sumbagut-2 Peaker	240	Konstruksi
		PLTP Hululais	110	Rencana
2	UPP KITSUM 2	PLTU Pangkalan Susu 3&4	400	Operasi
		PLTGU Belawan #3	430	Rencana
3	UPP KITSUM 3	PLTMG Riau Peaker	200	Pra-Konstruksi
		PLTP Sungai Penuh	110	Rencana
4	UPP KITSUM 4	PLTU Tembilahan	7	Operasi
		PLTG/MG Belitung 1	50	Rencana
		PLTU Bintan	200	Rencana
		PLTU Belitung-2	30	Rencana
5	UPP KITSUM 5	PLTA Peusangan	88	Konstruksi
6	UPP KITSUM 6	PLTA Asahan 3	174	Konstruksi
		PLTMG MPP Nias	34	Operasi
7	UPP KITSUM 7	PLTGU Lampung Peaker	200	Rencana
		PLTA Kumbih-3	45	Rencana
8	UPP KITSUM 8	PLTA Masang-2	44	Rencana
		PLTGU Payoselineah (ST)	35	Rencana
		PLTGU Borang (ST)	22	Rencana

Tabel 2. 1 Unit Proyek PT PLN (Persero) UIP KITSUM

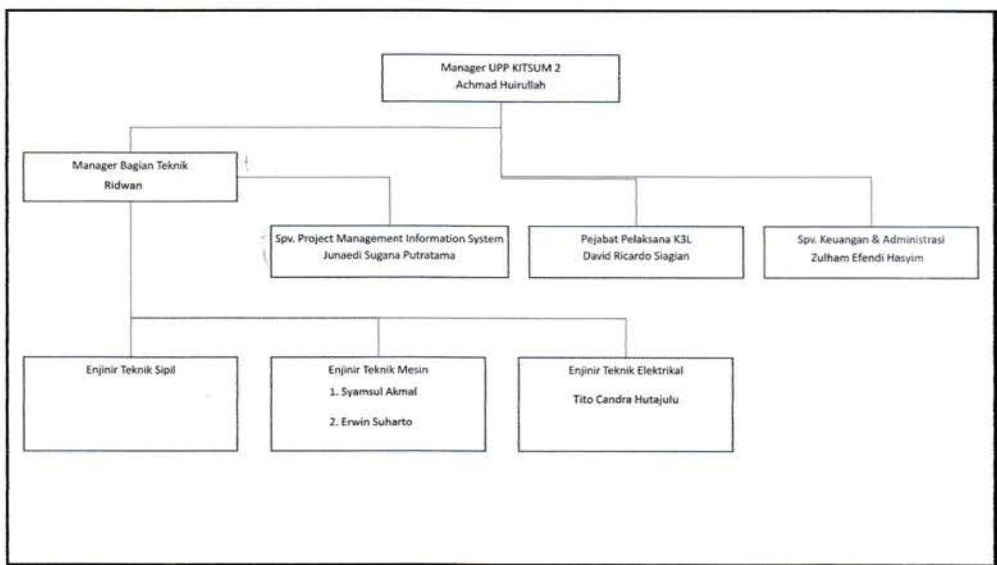
2.2. Struktur Organisasi

Dalam menjalankan proses penyediaan infrastruktur ketenagalistrikan, struktur organisasi PLN UIP KITSUM terdiri dari 1 Manajemen Atas di kantor induk, 5 Manajemen Menengah di kantor induk, 14 Manajemen Dasar di kantor induk, 2 Pejabat Pengadaan di kantor induk, 1 Pejabat Pengendali

K3L di kantor induk serta 8 Manajemen Dasar di kantor unit pelaksana yang masing-masing membawahi 2 Supervisor Atas dan 3 Supervisor Dasar.



Gambar 2. 1 Bagan Struktur Organisasi PT PLN (Persero) UIP KITSUM



Gambar 2. 2 Bagan Struktur Organisasi UPP KITSUM 2

2.3. Tugas dan Tanggungjawab

a. Manager Unit Pelaksana Proyek

- Memastikan proses perijinan yang terkait dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi pembangkit berjalan.

- Memastikan pengawasan, pengendalian Teknik, dan administrasi kontraktual sesuai dengan kontrak pekerjaan.
 - Memastikan pelaksanaan kegiatan proyek sesuai dengan standar SMK3
 - Mengarahkan pegawai UPP untuk bekerja dengan maksimal mencapai target kinerja yang telah ditetapkan.
 - Bertanggung jawab terhadap pencapaian progress fisik dan pembayaran pembangkit.
 - mengkoordinasikan pelaksanaan komissioning pembangkitan berjalan sesuai dengan standar yang berlaku.
- b. Manager Bagian Teknik
- Memastikan aktifitas kontruksi sesuai dengan kontrak yang telah disepakati
 - Memastikan pencapaian *milestone* proyek sesuai dengan yang direncanakan.
 - Mengkoordinir enjinir baik sipil, mekanik, ataupun elektrikal dilapangan.
 - Bertanggung jawab terhadap pencapaian progress fisik pembangkit.
 - Memastikan pelaksanaan komissioning pembangkitan berjalan sesuai dengan standar yang berlaku.
- c. Supervisor Project Management Information System
- Membuat laporan progress bulanan proyek
 - Mendokumentasikan kegiatan konstruksi dilapangan
 - Memastikan pekerjaan dilapangan sesuai dengan jadwal yang telah disepakati.
- d. Pejabat Pelaksana K3L
- Memastikan semua perijinan yang terkait dengan pelaksanaan proyek pembangkit telah terbit dan masih berlaku.
 - Memastikan kegiatan konstruksi berjalan memenuhi standar SMK3
 - Melakukan sosialisasi ke seluruh pekerja agar bekerja dengan mengutamakan keselamatan.
 - Melakukan investigasi bila terjadi kecelakaan kerja.

- e. Supervisor Keuangan & Administrasi
- Mengelola administrasi kepegawaian dilingkungan UPP
 - Mengelola biaya operasional UPP
 - Membuat laporan penggunaan biaya operasional UPP
 - Mengelola pegawai alih daya dilingkungan UPP
- f. Enjinir Teknik Sipil
- Mengawasi pelaksanaan pekerjaan sipil dilapangan.
 - Memastikan pelaksanaan pekerjaan sipil sesuai dengan prosedur kerja dan standar yang diajukan.
 - Melakukan pengecekan progress fisik pekerjaan sipil dilapangan.
- g. Enjinir Teknik Mekanikal
- Mengawasi pelaksanaan pekerjaan mekanikal dilapangan.
 - / Memastikan pelaksanaan pekerjaan mekanikal sesuai dengan prosedur kerja dan standar yang diajukan.
 - Melakukan pengecekan progress fisik pekerjaan mekanikal dilapangan.
- h. Enjinir Teknik Elektrikal
- Mengawasi pelaksanaan pekerjaan elektrikal dilapangan.
 - Memastikan pelaksanaan pekerjaan elektrikal sesuai dengan prosedur kerja dan standar yang diajukan.
 - Melakukan pengecekan progress fisik pekerjaan elektrikal dilapangan

BAB III

SISTEM KERJA PERUSAHAAN

3.1. Proses Bisnis PT PLN (Persero) UIP KITSUM – UPP KITSUM 2

PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera atau disingkat UIP KITSUM merupakan salah satu unit PLN yang bertugas untuk mengawasi dan mengendalikan proyek pembangunan pembangkit di wilayah Sumatera. Khusus untuk Unit Pelaksana Proyek Pembangkit Sumatera 2 atau disingkat UPP KITSUM 2 yang merupakan salah satu unit pelaksana dari UIP KITSUM bertanggung jawab terhadap kegiatan pengelolaan konstruksi PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 yang terletak di Desa Tanjung Pasir, Kec. Pangkalan Susu, Kab. Langkat, Sumatera Utara, meliputi antara lain: pengendalian kontrak, supervisi konstruksi, dan administrasi konstruksi dengan sasaran pembangunan pembangkit siap operasi secara komersial pada batas mutu, waktu, dan biaya sesuai perencanaan.

Dalam proyek PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4, UPP KITSUM 2 bertindak sebagai owner representative dengan dibantu oleh PT PLN Enjiniring sebagai konsultan supervisi desain dan supervisi konstruksi. Kontraktor dalam proyek PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 adalah Consortium SINOHYDRO - PT NUSANTARA ENERGI MANDIRI.

3.2. Cara Kerja PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4

PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 (2x200 MW) merupakan pembangkit listrik berbahan bakar batubara dimana batubara dibakar diruang bakar boiler untuk memanaskan air sehingga menghasilkan uap kering jenuh bertekanan yang dialirkan untuk memutar turbin yang dikopel dengan generator sehingga dihasilkan listrik dengan kapasitas maksimal 400 MW untuk kedua unitnya. Berikut ini adalah cara kerja PLTU Pangkalan Susu 3&4 secara garis besar:

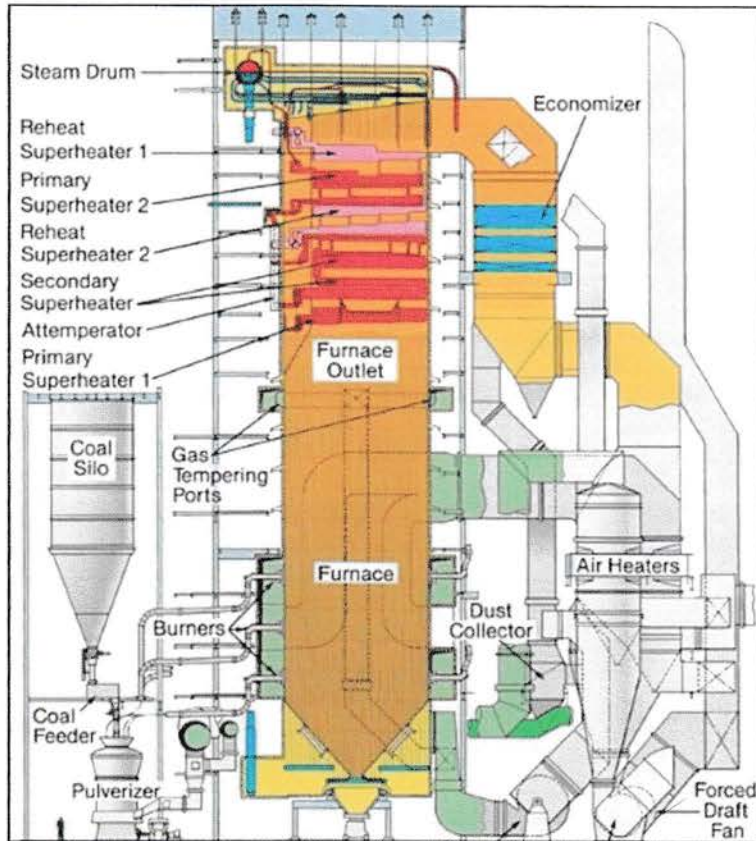
- Air laut dihisap melalui *water intake pump* kemudian dialirkan ke *Water Treatment Plant (WTP)* untuk kemudian diubah menjadi air demin dengan sistem *reverse osmosis*.

- Air demin atau dalam hal ini disebut juga air pengumpan kemudian dialirkan ke *Low Pressure Heater (LP Heater)* dengan *condensate pump* untuk mendapatkan pemanasan awal.
- Selanjutnya air pengumpan melewati *deaerator* untuk dihilangkan kadar oksigennya
- Air pengumpan dipompakan oleh *Boiler Feed Pump (BFP)* melalui *High Pressure Heater (HP Heater)* menuju kedalam Boiler.
- Didalam boiler air pengumpan dipanaskan hingga terbentuk uap kering jenuh yang biasa disebut *main steam* dengan temperatur $\pm 538^{\circ}\text{C}$ dan tekanan $\pm 126,5 \text{ Kg/cm}^2$. Pemanasan air pengumpan ini menggunakan bahan bakar batubara dimana batubara dari coal yard di transfer ke dalam coal bunker kemudian melalui coal feeder serta coal mill batubara dimasukan ke dalam ruang bakar boiler.
- Selanjutnya main steam tersebut digunakan untuk memutar Turbin hingga 3000 rpm. Turbin tersebut dikopel dengan generator sehingga putaran turbin tersebut diubah menjadi energi listrik oleh generator.
- Setelah digunakan untuk memutar turbin, main steam tersebut akan melewati *condenser* untuk dilakukan proses kondensasi merubahnya menjadi fasa cair kembali yang ditampung di dalam *hotwell* untuk kemudian siap mengulang proses pembentukan uap kembali.

3.3. Peralatan Utama PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4

a. Boiler

Boiler pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 merupakan boiler dengan tipe pipa air dengan sistem pulverized dimana aliran uap superheated maksimal 661 t/h dan tekanan uap superheated 13,4 MPa serta suhu uap superheated 541 °C. Pada boiler tipe pulverized batubara dihaluskan menjadi bubuk oleh *coal mill* dan dihembuskan kedalam ruang bakar melalui nozzle pada empat sudut boiler sehingga terbentuk pembakaran yang berbentuk turbulen.



Gambar 3. 1. Boiler Tipe *Pulverized Coal*

Gas buang yang terbentuk dari hasil pembakaran akan melewati superheater, economizer, air-preheater, ESP (*Electrostatic Precipitator*) dan akhirnya dievakuasi oleh ID Fan (*Induced draft Fan*) ke *Chimney* (*Cerobong*).



Gambar 3. 2. Boiler PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4

Air pengumpan yang masuk ke boiler mula-mula melewati economizer, kemudian ke *water drum*, lalu turun ke *water wall* kemudian ke *steam drum*, lalu uap masuk ke superheater sehingga menjadi uap kering jenuh dan tersedia di *header outlet boiler*.

b. Turbin

Tubin PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 menggunakan turbin uap *type multistage (High Pressure Turbine, Intermediate Turbine, dan Low Pressure Turbine)*, dengan dua silinder dan dua exhaust.



Gambar 3. 3. Turbin PLTU Pangkalan Susu

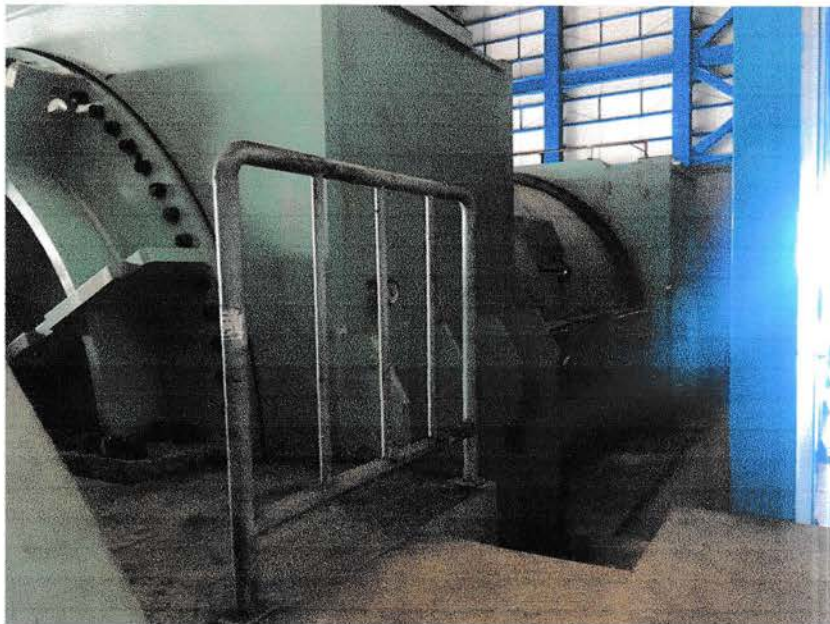
c. Kondensor

Kondensor PLT Pangkalan Susu Unit 3&4 secara desain memiliki perbedaan temperature sebesar 7°C (disisi Inlet temperaturnya $31,6^{\circ}\text{C}$ dan di sisi outlet temperaturnya $38,6^{\circ}\text{C}$), dengan kecepatan maksimum air didalam pipa $2,5\text{ m/s}$ dimana pipa kondensernya memiliki diameter luar sebesar 25 mm dengan ketebalan $0,5\text{ mm}$. Material pipa kondensor PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 adalah titanium (ASTM B-338 Gr.1) sedangkan

material untuk shell plate, hot well, dan cover-nya adalah carbon steel (ASTM A-285 Gr.C).

d. Generator

Generator pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 bertipe *cylindrical rotor* dimana secara desain pada saat turbin beroperasi secara maksimal, generator memiliki range kapasitas minimum 200 MW dan maksimum (200 MW + 10 %) serta *power factor*-nya adalah 0,85. Range frekuensi untuk generator adalah antara 49 Hz – 51 Hz.



Gambar 3. 4. Generator PLTU Pangkalan Susu

3.4. Peralatan Pendukung PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4

a. Feed Water System

BFP (Boiler Feed Pump) pada PLTU Pangkalan Susu merupakan pompa multistage dengan jumlah 3x50% (2 operasi dan 1 *standby*) untuk menyuplai satu unit boiler.



Gambar 3. 5. BFP PLTU Pangkalan Susu

b. Water Treatment Plant (WTP)

Sistem WTP pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 memiliki tipe *reverse osmosis (RO)* untuk mengubah air laut menjadi air baku yang pada akhirnya akan menjadi air demin. Terdapat 2 trains (1 operasi dan 1 standby) sistem *water treatment* dimana setiap train dioperasikan selama 20 jam untuk produksi dan 4 jam untuk waktu regenerasi.



Gambar 3. 6. Fasilitas Reverse Osmosis PLTU Pangkalan Susu

c. Chlorination Plant

Chlorination plant di PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 terdiri dari 2 trains (1 operasi dan 1 standby). Chlorination plant berguna untuk mengelektrolisa air laut sehingga menghasilkan *sodium hypochlorite* (NaOCl) yang selanjutnya diinjeksikan ke *seawater intake* dengan tujuan untuk melumpuhkan biota laut agar tidak bersarang dan merusak peralatan.

Terdapat 2 mode operasi untuk penginjeksian NaOCl yaitu *continuous dosing* dimana injeksi/*dosing* NaOCl dilakukan secara terusmenerus diatur sebesar 1 ppm dan *Shock Dosing* dimana injeksi diatur sebesar 3 ppm selama sekitar 20 menit yang dilakukan selama 3 hari sekali. *Shock dosing* bertujuan untuk mengganggu kekebalan biota laut terhadap *continuous dosing* sebesar 1 ppm sehingga biota laut yang sudah beradaptasi dengan *dosing* sebesar 1 ppm dapat dilumpuhkan.

d. Hydrogen Plant

Hydrogen plant pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 memiliki 2 unit *hydrogen generator* lengkap dengan transformer dan rectifier, 1 *storage rack bottles*, 1 *make-up water tank*, *H₂ gas dryer* serta sistem pendeteksi kebocoran gas *H₂*.

Secara desain tekanan suplai gas *H₂* adalah 9 – 10 kg/cm² dan tekanan suplai gas *H₂* yang menuju sistem pendingin generator adalah 3-4 kg/cm².



Gambar 3. 7. *Hydrogen Plant*

e. Circulating Water System

Circulating water system pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 memiliki sistem *once through*, dimana air laut dipompakan oleh *CW Pump* (*circulating water pump*) melalui sisi *intake* untuk mendinginkan peralatan penukar panas dan kemudian dialirkan keluar melewati sisi *outfall*. Terdapat 5 (5x50%) *CW Pump* dimana satu unit pembangkit dilayani oleh 2x50% *CW Pump*, dan 1x50% *CW Pump* tersedia sebagai cadangan (*common stand*) untuk dua unit pembangkit.



Gambar 3. 8. *Circulating Water Pump* PLTU Pangkalan Susu

Disisi intake terdapat 5 unit *vertical bar screen* untuk kedua unit pembangkit yang berguna untuk menyaring kotoran pada air laut yang akan dipompakan oleh *CW Pump*.



Gambar 3. 9. *Traveling Bar Screen* di Sisi *Intake*

Pada sistem *closed cooling* terdapat 2 (2x100%) pompa untuk masing-masing unit pembangkit serta 2 (2x100%) *booster pump*.

f. Coal Handling

Coal handling system merupakan sebuah sistem yang bertugas menangani batubara pada PLTU Pangakalan Susu Unit 3&4 mulai dari dermaga hingga ke *coal bunker* di area boiler. Disisi dermaga atau biasa disebut permanent jetty terdapat fasilitas unloading area berupa ship-unloader yang fungsinya untuk melakukan pembongkaran batubara dari tongkang, kemudian batubara dialirkan ke coal yard melalui belt conveyor. Di coal yard terdapat alat bernama *stacker* yang berfungsi untuk menata batubara yang datang melalui *conveyor* ke *coal yard*. Selain *stacker* terdapat pula alat bernama *reclaimer* yang berfungsi untuk mengambil batubara dari *coal yard* menuju belt *conveyor* untuk selanjutnya ditransportasikan menuju *coal bunker*.



Gambar 3. 10. Stacker Reclaimer PLTU Pangkalan Susu

g. Ash Handling

Dalam sistem *ash handling* PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 terdapat sistem *furnace bottom ash removal* dan sistem *fly ash removal* dimana tujuannya adalah menampung dan menyalurkan abu sisa hasil dari pembakaran batubara ke tempat pembuangan akhir yang biasa disebut *ash yard*.

Pada sistem *furnace bottom ash removal* sisa pembakaran batubara yang mengendap di bawah ruang bakar boiler, ditampung di *SSC (submerged scrapper conveyor)* kemudian di saring dan dihaluskan lalu diberi air untuk kemudian ditransfer ke *ash silo* melalui belt conveyor.



Gambar 3. 11. Submerge Scraper Conveyor PLTU Pangkalan Susu

Pada sistem *fly ash removal* gas buang yang mengandung partikel abu akan diproses di *electrostatic precipitator* (ESP) dimana didalam ESP partikel abu akan ditangkap oleh plat yang dialiri arus listrik searah dan akan di transfer ke tempat pembuangan akhir dengan bantuan transfer pump.



Gambar 3. 12. Electrostatic Precipitator PLTU Pangkalan Susu

h. Waste Water Treatment Plant (WWTP)

WWTP pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 mengolah air limbah yang diperoleh dari proses operasi pembangkit, drainase, serta air kotor dari keseluruhan site. Di dalam WWTP air limbah mengalami proses aerasi untuk meningkatkan kadar O_2 bagi kebutuhan mikroorganisme pendegradasi limbah, serta dikontrol pH-nya dengan penambahan HCL dan NaOH dan diendapkan agar air limbah yang telah melalui proses di WWTP memenuhi standar baku mutu air.

i. Fire Fighting System

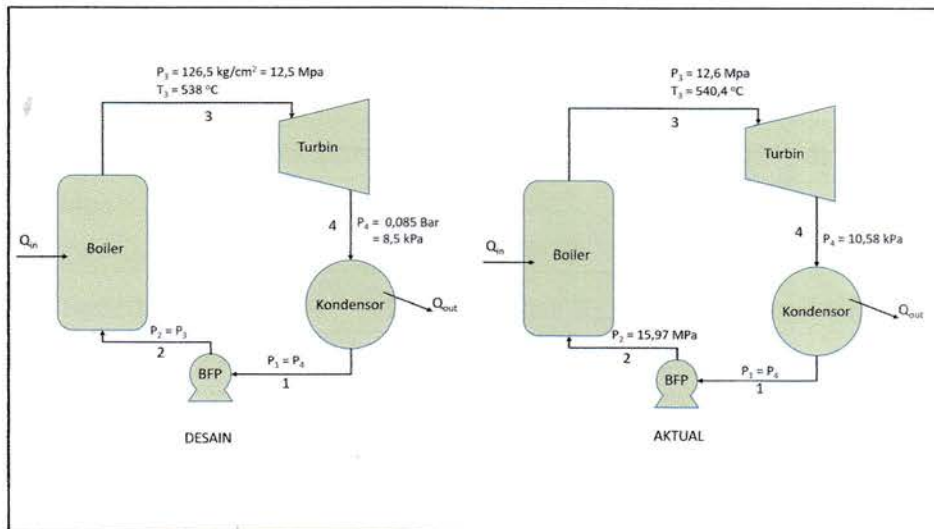
Sistem utama *fire fighting* pada PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 menggunakan 1(1x100%) *electric motor driven pump* serta 1(1x100%) *diesel engine emergency driven water pump* dimana terdapat 1 buah *jockey pump* untuk menjaga tekanan air.

Terdapat berbagai jenis *fire fighting* sistem di PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 diantaranya adalah *fire hydrant system*, *fix water spray system*, *automatic wet sprinkler system*, *foam system*, *fix gas suppression system*,

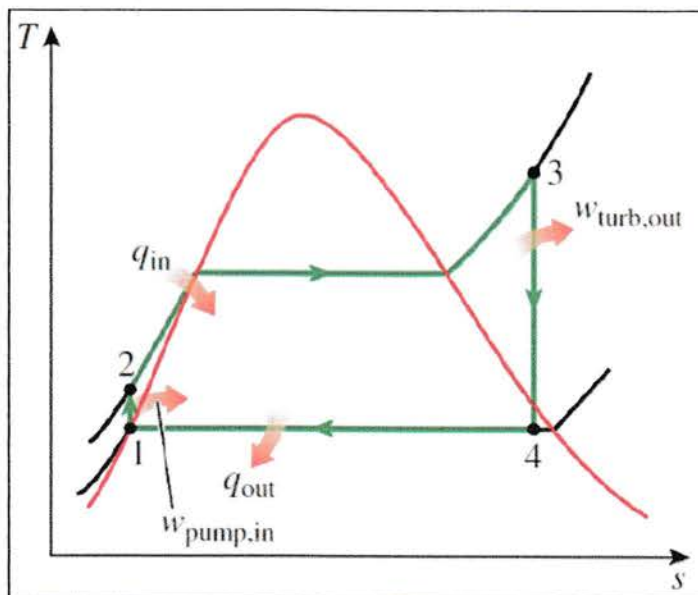
wet chemical system, dry chemical system dan fire alarm & detection system.

3.5. Efisiensi Thermal Siklus PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4

Setelah melakukan pengamatan dilapangan terhadap siklus air di PLTU Pangkalan Susu Unit 3&4 yang merupakan siklus rankine maka diperoleh data sebagai berikut:



Gambar 3. 13. Bagan Siklus PLTU Pangkalan Susu sesuai Desain dan Aktual



Gambar 3. 14. T-S Diagram Siklus Rankine

Pada siklus rankine air mengalami proses sesuai dengan gambar yaitu:

- Proses 1-2 : air mengalami proses penekanan secara isentropis oleh pompa.
- Proses 2-3 : air mengalami proses pemanasan di dalam boiler
- Proses 3-4 : proses ekspansi isentropis di dalam turbin uap.
- Proses 4-1 : air mengalami proses kondensasi di dalam kondensor.

Berikut ini adalah perhitungan terhadap data yang telah diperoleh:

Kondisi Desain

- Kerja Turbin (W_T)

Tekanan uap masuk turbin (P_3) = $126,5 \text{ kg/cm}^2 = 12,4054 \text{ MPa} \approx 12,5 \text{ Mpa}$

Temperatur uap masuk turbin (T_3) = $538 \text{ }^\circ\text{C}$

Terhadap kondisi $P_3 = 12,5 \text{ MPa}$ dan $T_3 = 538 \text{ }^\circ\text{C}$ dari tabel A-6 *Superheated Water* diperoleh data sebagai berikut:

T ($^\circ\text{C}$)	Enthalpy (h) (kJ/kg)	Entropy (s) (kJ/kg . K)
500	3343,6	6,4561
538	h_3	S_3
550	3476,5	6,6317

Tabel 3. 1. Nilai *enthalpy* dan *entropy* pada kondisi uap masuk turbin (desain)

Dengan cara interpolasi data pada tabel 3.1 diperoleh hasil

$$h_3 = 3444,6040 \text{ kJ/kg}$$

$$S_3 = 6,5917 \text{ kJ/kg}$$

Tekanan uap masuk kondensor (P_4) = $0.085 \text{ Bar} = 8,5 \text{ kPa}$

Entropy masuk turbin (S_3) = *Entropy* keluar turbin (S_4)

Terhadap kondisi $P_4 = 8,5 \text{ kPa}$ dari tabel A-5 *Saturated Water – Pressure table* diperoleh data sebagai berikut:

P (kPa)	Enthalpy (kJ/kg)			Entropy (kJ/kg . K)		
	h_f	h_{fg}	h_g	S_f	S_{fg}	S_g
7,5	168,75	2405,3	2574	0,5763	7,6738	8,2501
8,5	h_{f4}	h_{fg4}	h_{g4}	S_{f4}	S_{fg4}	S_{g4}
10	191,81	2392,1	2583,9	0,6492	7,4996	8,1488

Tabel 3. 2. Nilai *enthalpy* dan *entropy* uap masuk kondensor (desain)

Dengan cara interolasi data pada tabel diperoleh:

$$h_{f4} = 177,974 \text{ kJ/kg} \quad S_{f4} = 0,6055 \text{ kJ/kg .K}$$

$$h_{fg4} = 2400,02 \text{ kJ/kg} \quad S_{fg4} = 7,6041 \text{ kJ/kg .K}$$

$$h_{g4} = 2577,96 \text{ kJ/kg} \quad S_{g4} = 8,2096 \text{ kJ/kg .K}$$

$$x = \frac{S_4 - S_{f4}}{S_{fg4}} = \frac{6,5917 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 0,6055 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{7,6041 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,7872$$

$$h_4 = h_{fg4} \cdot x + h_{f4}$$

$$h_4 = (2400,02 \text{ kJ/kg} \cdot 0,77872) + 177,974 \text{ kJ/kg} = 2067,357 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Kerja Turbin (} W_T) = h_3 - h_4$$

$$W_T = 3444,6040 \text{ kJ/kg} - 2067,357 \text{ kJ/kg} = 1377,247 \text{ kJ/kg}$$

- Kerja Pompa (W_P)

Tekanan air masuk pompa (P_{in}) = tekanan air masuk kondensor = 8,5 kPa

Tekanan air keluar pompa (P_{out}) = tekanan uap masuk turbin = 12,5 mPa
= 12500 kPa

Volume spesifik air (v) pada tekanan kondensor 8,5 kPa dari tabel A-5 *Saturated Water – Pressure table* setelah diinterpolasi maka diperoleh $v = 0,001009 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$W_p = v (P_{out} - P_{in}) = 0,001009 \text{ m}^3/\text{kg} (12500 \text{ kPa} - 8,5 \text{ kPa})$$

$$W_p = 12,6039 \text{ kJ/kg}$$

- Energi Masuk (Q_{in})

Enthalpy uap panas lanjut keluar boiler = *enthalpy* uap panas masuk turbin (h_3) = 3444,6040 kJ/kg

Enthalpy air masuk boiler (h_2) = *enthalpy* air masuk pompa (h_{f4}) + kerja pompa (W_p) = 177,974 kJ/kg + 12,6039 kJ/kg = 190,5779 kJ/kg

$$Q_{in} = h_3 - h_2 = 3444,6040 \text{ kJ/kg} - 190,5779 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{in} = 3254,0261 \text{ kJ/kg}$$

- Efisiensi Thermal Siklus ($\eta_{thermal}$)

$$\eta_{thermal} = \frac{W_T - W_P}{Q_{in}} \times 100 = \frac{1377,247 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 12,6039 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{3254,0261 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} \times 100\%$$

$$\eta_{thermal} = 41,9371\%$$

Kondisi Aktual

- Kerja Turbin (W_T)

Tekanan uap masuk turbin (P_3) = 12,6 MPa

Temperatur uap masuk turbin (T_3) = 540,4 °C

Terhadap kondisi $P_3 = 12,6$ MPa dan $T_3 = 540,4$ °C dari tabel A-6

Superheated Water diperoleh data sebagai berikut:

T (°C)	Enthalpy (h) (kJ/kg)	Entropy (s) (kJ/kg . K)
500	3343,6	6,4561
540,4	h_3	S_3
550	3476,5	6,6317

Tabel 3. 3. Nilai *enthalpy* dan *entropy* pada kondisi uap masuk turbin (aktual)

Dengan cara interpolasi data pada tabel 3.1 diperoleh hasil

$$h_3 = 3450,9832 \text{ kJ/kg}$$

$$S_3 = 6,5852 \text{ kJ/kg}$$

Tekanan uap masuk kondensor (P_4) = 10,58 kPa

Entropy masuk turbin (S_3) = *Entropy* keluar turbin (S_4)

Terhadap kondisi $P_4 = 10,58$ kPa dari tabel A-5 *Saturated Water –*

Pressure table diperoleh data sebagai berikut:

P (kPa)	Enthalpy (kJ/kg)			Entropy (kJ/kg . K)		
	h_f	h_{fg}	h_g	S_f	S_{fg}	S_g
10	191,81	2392,1	2583,9	0,6492	7,4996	8,1488
10,58	h_{f4}	h_{fg4}	h_{g4}	S_{f4}	S_{fg4}	S_{g4}
15	225,94	2372,3	2598,3	0,7549	7,2523	8,0071

Tabel 3. 4. Nilai *enthalpy* dan *entropy* uap masuk kondensor (aktual)

Dengan cara interolasi data pada tabel diperoleh:

$$h_{f4} = 195,7691 \text{ kJ/kg} \quad S_{f4} = 0,6615 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$h_{fg4} = 2389,803 \text{ kJ/kg} \quad S_{fg4} = 7,4709 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$h_{g4} = 2585,57 \text{ kJ/kg} \quad S_{g4} = 8,1324 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$x = \frac{S_4 - S_{f4}}{S_{fg4}} = \frac{6,5852 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 0,6615 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{7,4709 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,7929$$

$$h_4 = h_{fg4} \cdot x + h_{f4}$$

$$h_4 = (2389,803 \text{ kJ/kg} \cdot 0,7929) + 195,7691 \text{ kJ/kg} = 2090,644 \text{ kJ/kg}$$

• Kerja Turbin (W_T) = $h_3 - h_4$

$$W_T = 3450,9832 \text{ kJ/kg} - 2090,644 \text{ kJ/kg} = 1360,339 \text{ kJ/kg}$$

- Kerja Pompa (W_P)

Tekanan air masuk pompa (P_{in}) = 10,58 kPa

Tekanan air keluar pompa (P_{out}) = 15,97 mPa = 15970 kPa

Volume spesifik air (v) pada tekanan kondensor 10,58 kPa dari tabel A-5 *Saturated Water – Pressure table* setelah diinterpolasi maka diperoleh v

$$= 0,0010105 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$W_P = v (P_{out} - P_{in}) = 0,0010105 \text{ m}^3/\text{kg} (15970 \text{ kPa} - 10,58 \text{ kPa})$$

$$W_P = 16,12699 \text{ kJ/kg}$$

- Energi Masuk (Q_{in})

Enthalpy uap panas lanjut keluar boiler (h_3) = 3450,9832 kJ/kg

Enthalpy air masuk boiler (h_2) = *enthalpy* air masuk pompa (h_{f4}) + kerja pompa (W_P) = 195,7691 kJ/kg + 16,12699 kJ/kg = 211,8961 kJ/kg

$$Q_{in} = h_3 - h_2 = 3450,9832 \text{ kJ/kg} - 211,8961 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{in} = 3239,0871 \text{ kJ/kg}$$

- Efisiensi Thermal Siklus ($\eta_{thermal}$)

$$\eta_{thermal} = \frac{W_T - W_P}{Q_{in}} \times 100 = \frac{1360,339 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 15,09687 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{3239,0871 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} \times 100\%$$

$$\eta_{thermal} = 41,5315\%$$

DAFTAR PUSTAKA

- Shapiro N. Howard & Moran J. Michael. 2007. "*Termodinamika Teknik*". Edisi IV. Jakarta: Erlangga
- Cengel, A. Yunus & Boles, A. Michael. 2002. "*Thermodynamics An Engineering Approach*". *Fourth Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Contoh Penyelesaian Soal Siklus Rankine ideal Sederhana. (<https://www.google.co.id/amp/s/djukana.wordpress.com>). diakses 13 Januari 2020)
- Siklus Rankine. (<https://artikel-teknologi.com/siklus-rankine/>). diakses 10 Januari 2020)
- PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Pembangkit Sumatera. 2019. Laporan Progres Desember 2019, Medan