



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close Cooling Sistem PLTGU XYZ

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Ferry Luhman Lewa Situmorang
NIM. 1902421023**

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Agustus,2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close Cooling Sistem PLTGU XYZ

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Ferry Luhman Lewa Situmorang
NIM. 1902421023**

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Agustus, 2023**



“Skripsi ini terselesaikan berkat Doa kedua Orang Tua saya dan kerja keras diri ini”

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close
Cooling Water Sistem PLTGU XYZ

Oleh:

Ferry Luhman Lewa Situmorang
NIM. 1902421023

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
NIP. 196604161995122001

Pembimbing 2

Widyatmoko, S.Si., M.Eng.
NIP. 198502032018031001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Cecep Slamet Abadi, S. T., M. T.
NIP. 19660519 199003 1 002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close
Cooling Sistem PLTGU XYZ

Oleh:

Ferry Luhman Lewa Situmorang
NIM. 1902421023

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 10 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Sarjana
Terapan Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. NIP. 196604161995122001	Ketua		18-08-23
2.	Ir., Emir Ridwan, M.T. NIP. 196002021990031001	Anggota		18-08-23
3.	Dr.Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T NIP. 197111142006041001	Anggota		18-08-23

Depok, Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimm, S.T., M.T., IWE.
NIP. 197014 200812 1 005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ferry Luhman Lewa Situmorang

NIM : 1902421023

Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 10 Agustus 2023



Ferry Luhman Lewa Situmorang

NIM. 1902421023



Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close Cooling Sistem PLTGU XYZ

Ferry Luhman Lewa Situmorang, Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si., Widyatmoko, S.Si., M.Eng.

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: ferry.luhmanlewasitumorag.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Sistem Close Cooling Water adalah satu peralatan bantu pada PLTGU XYZ yang berfungsi mendistribusikan kebutuhan air pendingin ke beberapa komponen steam turbine. Didalam Close Cooling water terdapat alat penukar kalor berupa HE jenis Shell and tube, penggunaan heat exchanger sehari - hari pada PLTGU XYZ tetap harus memperhatikan kinerjanya dalam kemampuan pertukaran kalornya (efektifitasnya). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai Efektivitas dan menentukan dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas pada Heat Exchanger Sistem Close Cooling Water PLTGU XYZ. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan jenis eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan Efektivitas sebesar 30,1% dari data spesifikasi yang seharusnya 94,15% menjadi efektivitas aktual pada penelitian menjadi sebesar 64,05% akibat nilai fouling sebanyak 0,0001543 m^2C/W . Selain itu dampak fouling juga terhadap kemampuan perpindahan panas yang mengalami penurunan sebesar 28,02 % dari data commissioning.

Kata Kunci: Efektivitas, *Fouling faktor*, *Perpindahan panas*, *Heat Exchanger*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close Cooling Sistem PLTGU XYZ

Ferry Luhman Lewa Situmorang, Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si., Widyatmoko, S.Si., M.Eng.

Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: ferry.luhmanlewasitumorag.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Close Cooling Water system is an auxiliary equipment in the PLTGU XYZ which functions to distribute cooling water needs to several components of the steam turbine. Inside the Close Cooling water there is a heat exchanger in the form of a Shell and tube HE type, the daily use of the heat exchanger at PLTGU XYZ still has to pay attention to its performance in terms of its heat exchange capability (effectiveness). This study aims to determine the value of Effectiveness and determine the impact of the Fouling factor on the Effectiveness of the Close Cooling Water PLTGU XYZ Heat Exchanger System. The research method used is a quantitative method with the type of experiment. The results showed that there was a decrease in effectiveness of 30.1% from specification data which should have been 94.15% to actual effectiveness in research to 64.05% Because of fouling factor $0,0001543 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$. In addition, the impact of fouling on heat transfer capability decreased by 28.02% from the commissioning data.

Keywords: Effectiveness, Fouling Factor, Heat Transfer rate, Heat Exchanger

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close Cooling Sistem PLTGU XYZ**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
2. Ibu Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. dan Bapak Widyatmoko, S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan semangat dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S. T., M. T. selaku Ketua Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini
4. Civitas PLTGU XYZ yang telah memfasilitasi pelaksanaan praktik kerja lapangan dan pengambilan data
5. Bapak Suwardi selaku SPV HAR Mekanik PLTGU XYZ
6. Bapak J Situmorang dan Ibu Yulianti serta Adik Agnes Situmorang selaku Keluarga tercinta penulis yang selalu memberi Doa dan nasihat dalam penyusunan skripsi
7. Andre Halomoan Sitorus, Daniel Ricardo, Tamara Trima selaku orang orang terdekat penulis selama berkuliah dan merantau untuk menyelesaikan perkuliahan
8. Rekan-rekan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi



9. Civitas Politeknik Negeri Jakarta yang selalu memberikan fasilitas terbaik selama penulis berkuliah di kampus tercinta Politeknik Negeri Jakarta
Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang pembangkit tenaga listrik.

Depok, 10 agustus 2023

Ferry Luhman Lewa Situmorang
NIM. 1902421023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Manfaat Penulisan	4
1.7 Sistematika penulisan skripsi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU)	7
2.1.2 Close Cooling Water System	8
2.1.4 Heat Exchanger berdasarkan arah aliran	9
2.1.5 Heat Exchanger Shell and Tube	10



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.6 Fouling	13
2.1.7 Pemeliharaan.....	14
2.1.8 Kinerja Heat Exchanger Close Cooling Water	15
2.2 Kajian Literatur	21
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Objek Penelitian	26
3.3 Kerangka Pemecahan Masalah.....	26
3.4 Metode Pengambilan data	28
3.4.1 Metode Pengamatan Tidak Langsung.....	28
3.4.2 Pengumpulan data.....	28
3.4.3 Metode Wawancara (Interview Methode)	28
3.5 Jenis dan Sumber Data	29
3.6 Metode Analisis Data	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian.....	31
4.1.1 Data Spesifikasi Heat Exchanger CCW	31
4.1.2 Data Operasi Heat Exchanger CCW.....	31
4.1.3 Perhitungan Efektivitas Heat Exchanger Close Cooling Water System.....	35
4.2 Pembahasan	39
4.2.1 Analisa Efektivitas Heat Exchanger Sistem Close Cooling Water.....	39
4.2.2 Analisa Fouling faktor Heat Exchanger Sistem Close Cooling Water .	41
4.2.3 Analisa dampak Fouling factor terhadap efektivitas Heat exchanger system Close Cooling water	42

4.2.4 Analisa dampak Fouling faktor terhadap Laju perpindahan panas aktual	43
BAB V Kesimpulan dan Saran	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
Daftar Pustaka	45
Lampiran	48



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Heat Exchanger sistem Close cooling water	28
Tabel 4. 1 Data Comissioning Heat Exchanger CCW	31
Tabel 4. 2 Data Operasi Heat Exchanger	31





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Skema PLTGU XYZ.....	1
Gambar 1. 2 Fouling & STHE Counterflow One Pass	2
Gambar 2. 1 Siklus Combine Cycle PLTGU	7
Gambar 2. 2 Sistem Close Cooling water	8
Gambar 2. 3 Counter Flow	9
Gambar 2. 4 Parallel Flow	10
Gambar 2. 5 Cross Flow	10
Gambar 2. 6 U – Tube Heat Exchanger	11
Gambar 2. 7 Floating Tube Sheet Heat Exchanger.....	11
Gambar 2. 8 Straight Tube (one pass) Heat Exchanger	12
Gambar 2. 9 Straight tube two pass Heat Exchanger.....	12
Gambar 2. 10 Fouling di HE	13
Gambar 2. 11 lapisan Fouling	13
Gambar 2. 12 Nilai Fouling Faktor di beberapa Fluida	14
Gambar 2. 13 Arah Aliran Counter-flow	19
Gambar 4. 1 Grafik Efektivitas Heat Exchanger Selama bulan Desember 2022 – April 2023 yang mengacu pada parameter PLTGU XYZ	39
Gambar 4. 2 Grafik nilai Fouling faktor Selama bulan Desember 2022 – April 2023.....	41
Gambar 4. 3 Grafik dampak fouling faktor terhadap efektivitas Heat Exchanger	42
Gambar 4. 4 Grafik dampak fouling faktor terhadap laju perpindahan panas aktual Heat Exchanger	43



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 formulir F1.....	48
Lampiran 2 Formulir F2.....	49
Lampiran 3 Surat Permintaan Data.....	51
Lampiran 4 Spesifikasi Heat Exchanger CCW.....	52
Lampiran 5 Data Operasi CCW.....	53
Lampiran 6 servive Condition air laut.....	54
Lampiran 7 Perhitungan dan Pengolahan Data Penelitian.....	55
Lampiran 8 Daftar Riwayat Hidup.....	61



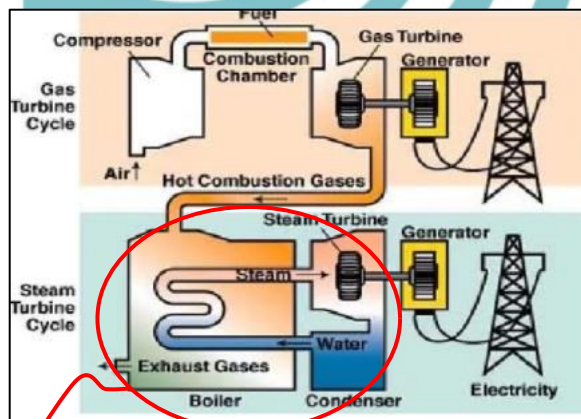
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

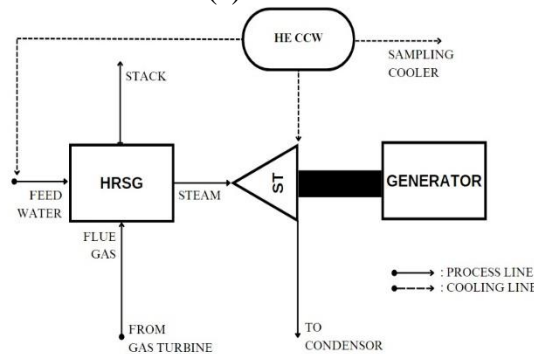
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap (PLTGU) adalah gabungan antara Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dimana panas dari gas buang PLTG digunakan untuk memanaskan air pada HRSG (Heat Recovery Steam Generator), sehingga menghasilkan uap yang mampu menggerakkan turbin di PLTU, terlihat pada Gambar 1.1a (Buku diktat pln, 2017). Siklus yang terjadi pada PLTGU merupakan siklus tertutup yang terdiri dari siklus turbin gas dan siklus turbin uap. Dengan demikian energinya dapat dimanfaatkan secara optimal.



(a)



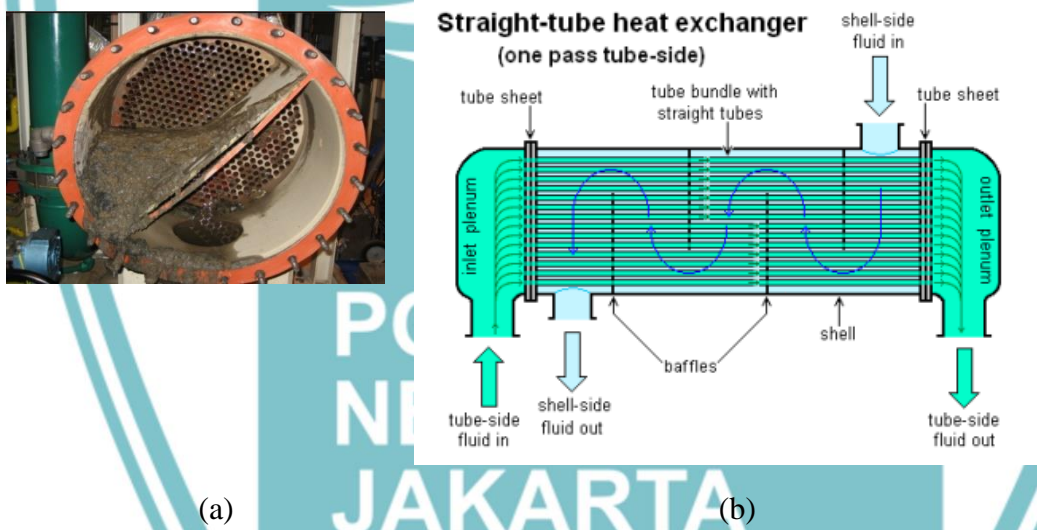
(b)

Gambar 1. 1 Skema PLTGU XYZ (Buku diktat pln, 2017)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Mengingat sistem PLTGU ini memiliki efisiensi yang lebih besar dibanding PLTU, maka sistem ini banyak digunakan Indonesia. Diantaranya PLTGU XYZ, dimana salah satu unitnya memiliki kapasitas 1180 MW. Salah satu komponen bantu PLTGU antara lain Sistem Close Cooling Water yang menyuplai fluida untuk proses pendinginan di komponen – komponen bantu lainnya seperti yang terlihat pada gambar 1.1b. Didalam Sistem Close Cooling Water terdapat Heat Exchanger yang berfungsi menjaga temperature fluida sebelum di suplai. Dalam Heat Exchanger terdapat sejumlah pipa-pipa kecil yang mana air laut sebagai media pendingin dapat mengalir melalui pipa-pipa tersebut. Sedangkan Air baku (Make Up Water) sebagai fluida yang akan didinginkan akan memasuki sela-sela pipa di Heat Exchanger sehingga terjadilah perpindahan panas dari air baku ke air laut.



Gambar 1. 2 Fouling & STHE Counterflow One Pass (Linquip Team, 2021)

Dalam penggunaannya sehari – hari Heat Exchanger ini selalu di Maintenance setiap 7 hari sekali karena alasan temperatur yang dihasilkan harus terjaga untuk melaksanakan fungsinya. Permasalahannya air yang ada di Kawasan PLTGU ini tidak bersih, walaupun sudah melalui proses penyaringan, air tersebut yang melalui tube pada Heat Exchanger (HE) dalam jangka waktu tertentu akan terbentuk pengotoran (fouling) seperti tampak pada Gambar 2a. Hal ini mengakibatkan kinerja heat exchanger menurun, selanjutnya akan berefek pada daya yang dihasilkan PLTGU ini. Penelitian terkait dengan fouling dan heat exchanger sudah banyak dilakukan peneliti, diantaranya *Hendri et al* melaporkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

hasil penelitiannya terkait dengan fouling dan Heat Exchanger, foulingnya berasal dari debu dari bahan bakar batu bara yang masuk dalam boiler, hasilnya terjadi penurunan laju perpindahan panas untuk high temperature superheater dari sootblowing satu ke sootblowing selanjutnya sebesar 511,8458 kW atau sekitar 3,012% (Hendri et al., 2018), kemudian penelitian *Bhuana et al* melaporkan fouling berupa biota laut yang berada di dalam kondensor mengakibatkan nilai efektivitasnya sebesar 22,29% (Bhuana et al., 2021) dan penelitian yang dilakukan oleh *Nadiyah et al* melaporkan bahwa efisiensi boiler dari 4 pemasok mengalami penurunan masing – masing 80,99 % , 79,42 % , 81,14 % dan 80,61 % dipengaruhi oleh potensi terbentuknya *slagging* dan fouling pada dinding pipa superheater yang membuat penghambatan pada perpindahan panasnya (Fadhilla & Ekayuliana, 2020) . Pada gambar 2b dijelaskan bahwa PLTGU XYZ menggunakan tipe Heat Exchanger *Shell and Tube Straight Tube* dengan spesifikasi alirannya adalah *Counter Flow dan One Pass*. Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis lebih lanjut bagaimana Dampak fouling (pengotoran) pada heat exchanger terhadap Laju Perpindahan Panas aktual dan Efektivitas Heat Exchanger.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas penulis memiliki Rumusan masalah sebagai berikut:

1. Selama bulan Desember 2022 – Maret 2023, bagaimana Efektivitas pada Heat Exchanger sistem Close Cooling Water
2. Bagaimana nilai Fouling factor pada Heat Exchanger sistem Close Cooling Water Selama bulan Desember 2022 – Maret 2023
3. Seberapa besar dampak yang ditimbulkan oleh *Fouling* faktor Terhadap perpindahan panas aktual Heat Exchanger sistem Close Cooling Water

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana menentukan *Efektivitas* Heat Exchanger sistem close cooling water ?
2. Bagaimana menentukan nilai perpindahan panas aktual Heat Exchanger sistem close cooling water ?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagaimana Menentukan nilai *Fouling faktor* pada Heat Exchanger Sistem Close Cooling Water ?
4. Bagaimana pengaruh *Fouling* terhadap *Efektivitas* Heat Exchanger sistem close cooling water?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menentukan seberapa besar pengaruh *Fouling Faktor* terhadap *Efektivitas* Heat Exchanger Sistem Close Cooling Water
2. Menentukan seberapa besar pengaruh *Fouling Faktor* terhadap *perpindahan panas aktual* Heat Exchanger Sistem Close Cooling water

1.5 Batasan Masalah

1. Pembahasan penelitian ini hanya mengenai Heat Exchanger di Close Cooling Water System.
2. Heat Exchanger jenis shell and tube dengan tipe straight tube one pass
3. Data kinerja Close cooling water sistem diambil pada bulan Desember 2022 – April 2023
4. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan kinerja komponen pendukung lain yang berkaitan dengan close cooling system.

1.6 Manfaat Penulisan

Penelitian yang dilakukan penulis diharapkan dapat memberikan manfaat yang berguna bagi semua pihak yang berkepentingan diantaranya sebagai berikut:

1. Untuk perusahaan, Hasil penelitian dapat membantu perusahaan mengetahui skala fouling faktor HE close cooling water dalam sistem pendingin, dan menambah referensi sebagai rekomendasi literatur perusahaan dan untuk mahasiswa atau siswa yang melaksanakan PKL.
2. Untuk Politeknik Negeri Jakarta, penelitian ini dapat menjadi materi pembelajaran yang berguna bagi instansi dan mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta dan Penelitian ini membantu kampus memperluas dan memperkaya basis pengetahuan dalam bidang cooling sistem



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagi Mahasiswa, Penelitian ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mempraktikkan dan memperluas pengetahuan dan keterampilan teknis dalam bidang close cooling water system. Ini juga membantu mahasiswa memahami pentingnya nilai fouling terhadap efektivitas heat exchanger yang juga mempengaruhi kinerja sistem pendinginan

1.7 Sistematika penulisan skripsi

Dalam penulisan skripsi yang akan dijalankan, terdapat lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

3.1 Bab I

Bab I (satu) merupakan bab pendahuluan yang meliputi latar belakang penelitian skripsi ini dilakukan, rumusan masalah penelitian, pertanyaan penelitian untuk melengkapi perumusan dari masalah tersebut, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian setelah penelitian skripsi ini selesai dilakukan.

3.2 Bab II

Bab II (dua) merupakan bab tinjauan pustaka yang berguna untuk memaparkan dasar teori yang digunakan dalam penelitian skripsi ini. Landasan teori serta kajian literatur yang digunakan didapatkan dari jurnal, buku, manual book, serta informasi kredibel dari internet.

3.3 Bab III

Bab III (tiga) merupakan bab metode penelitian dimana penulis akan memaparkan sumber data penelitian skripsi ini didapat, cara pengumpulan data, serta metode apa yang digunakan dalam menganalisis data.

3.4 Bab IV

Bab IV (empat) merupakan bab yang berisi hasil penelitian serta pembahasan atau analisis yang akan menjelaskan langkah-langkah dalam mengolah data yang telah didapat sehingga data yang dihasilkan menjadi hasil yang diharapkan dan komprehensif.

3.5 Bab V



Bab V (lima) adalah bab terakhir dari skripsi yang akan dijalankan. Dalam bab terakhir berisi kesimpulan. Kesimpulan yang disebutkan nantinya merupakan sebuah jawaban dari pertanyaan dan tujuan penelitian. Terdapat saran terhadap penelitian ini untuk menggugah pembaca untuk melanjutkan dan memperdalam penelitian skripsi ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari penulisan, penelitian serta perhitungan, penulis menyimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Telah terjadi Penurunan Efektivitas Heat Exchanger dari data commissioning 94,15% menjadi 64,03% selama penelitian atau dengan kata lain penurunan Efektivitas sebesar 30,1 % yang diakibatkan peningkatan Fouling factor selama penelitian.
2. Telah terjadi Penurunan nilai Perpindahan Panas Heat Exchanger dari data Comissioning yang awalnya 5945072,48 W menjadi 4279227,06 W selama penelitian atau penurunan sebesar 28,02% yang diakibatkan oleh peningkatan Fouling Factor sebanyak sebesar 0,0001543 m²°C/W.

5.2 Saran

Guna menjaga kondisi dan keefektifan alat penukar kalor agar dapat berkerja dengan baik maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. Berdasarkan perhitungan Fouling factor dan standar fouling factor yang diijinkan, nilai fouling factor pada heat exchanger CCW PLTGU XYZ hampir melewati nilai yang diijinkan yang artinya perlu dilakukan penanganan yang lebih serius dibandingkan Preventinve Maintenance
2. Cleaning Outer side pada HE CCW juga harus menjadi perhatian, dikarenakan sejak awal berdiri PLTGU XYZ hingga sekarang, pembersihan CCW outer side belum pernah dilakukan, agar menjaga kestabiannya maka perlu dilakukan maintenance secara menyeluruh pada Heat Exchanger CCW.



Daftar Pustaka

- Bhuana, J. C., Muh, I., & Maulana, A. (2021). *Analisis Efektivitas Kondensor di PLTU PT. Semen Tonasa BTG Unit I 2 × 25 MW*. 2(1), 20–23.
- Buku diktat pln. (2017). *PT. PLN Persero*.
- Caroline, C., & Rosid, I. A. (2022). Pengukuran efisiensi perpindahan panas pada heat exchanger shell and tube dengan metode Log Mean Temperature Difference (LMTD). *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 7(May). <https://doi.org/10.28989/senatik.v7i0.458>
- Cengel, A. Yunus dan J. Ghajar, A. (2006). *Heat Transfer: A Practical Approach*" (2nd Ed, Issue 1). McGrawhill higher Education.
- Fadhilla, N., & Ekayuliana, A. (2020). *Jurnal Mekanik Terapan Analisis Pengaruh Terbentuknya Slagging dan Fouling Terhadap Efisiensi Boiler pada Boiler Supercritical*. 01(01), 9–18.
- Hartanto, J. E., & Tamjidillah, M. (2019). Analisa Pengoperasian 1 Cwp Dan 2 Cwp Pada Cooling Water System Pltu Asam Asam Unit 4. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(2), 37–52. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v4i2.111>
- Heat Exchange Institute (HEI). (2004). *Standards for Power Plant Heat Exchangers*.
- Hendri, Suhengki, & Lubis, A. F. (2018). Pengaruh Fouling Terhadap Laju Perpindahan Panas. *Jurnal Power Plat*, 6(1), 48–57.
- INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM PENCUCIAN CCW COOLER STEAM TURBINE INDONESIA POWER INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM PNECUCIAN CCW COOLER STEAM TURBINE*. (n.d.).
- Linqip Team. (2021). Types of Shell and Tube Heat Exchanger | Linqip. In *Liqip Technews*. https://www.linqip.com/blog/types-of-shell-and-tube-heat-exchanger/#google_vignette

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Nandiati, S., Kirom, M. R., & Ajiwiguna, T. A. (2019). Evaluasi Kinerja Pada Berbagai Variasi Susunan Heat Exchanger Menggunakan Metode LmtD Dan Ntu Evaluation of Heat Exchanger Configuration Variate Performance Using LmtD and Ntu Methods. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 5058–5065.

Permanajati, A. S., Nurrohmah, E., & Nainggolan, B. (2018). Analisis Efektivitas Heat Exchanger Generator Thrust Bearing Oil Cooler Unit 7 PLTA Cirata. *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 382–390.

PGD10,20AC001 Design manual Water-water heat exchanger (CCW)
HTDA404573.pdf. (n.d.).

PGD10,20AC001 Maintenance manual Water-water heat exchanger (CCW),
HTDA404574.pdf. (n.d.).

Sari, H. N., Arsana, I. M., & Hidayatulloh, M. (2022). Pengaruh Fouling Factor Terhadap Performa Heat Exchanger Tipe Shell and Tube. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 8(1), 55.
<https://doi.org/10.35308/jmkn.v8i1.5438>

Semarno, F. G., & Priyoatmojo, S. (2018). Perpindahan Panas Pada Gas Turbine Closed Cooling Water Heat Exchanger Sektor Pembangkit PLTGU Cilegon. *Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin*, 11(3), 85–90.

Single Phase Heat Exchangers. (n.d.).

Sucahyo, S. T. (2015). Analisis Laju Perpindahan Panas Dan Efektivitas Kondensor Unit 3 Pltu Pt . Pjb Up Gresik Analisis Laju Perpindahan Panas Dan Efektivitas Kondensor Unit 3 Pltu Pt . *Tugas Akhir - Tm 145502 Analisis*.

Sudrajat, J., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Buana, U. M. (2017). *ANALISIS KINERJA HEAT EXCHANGER SHELL & TUBE PADA SISTEM COG*. 06(3).

T.R.Bott. (1995). *fouling of Heat exchanger*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Thulukkanam, K. (2000). Heat Exchanger Design Handbook. In *Heat Exchanger Design Handbook*. <https://doi.org/10.1201/9781420026870>

Titahelu, N. (2019). Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Sarah terhadap Karakteristik Heat Exchanger Shell and Tube. *Jurnal Teknologi*, 5(2), 819–824.

Yaqin, R. I., Huda, M., Tumpu, M., Priharanto, Y. E., Siahaan, J. P., Demeianto, B., Priyambodo, B. H., Umar, M. L., Kelautan, P., Dumai, P., Mesin, T., Tinggi, S., & Surakarta, W. (2022). Analisa Perpindahan Panas Heat Exchanger Mesin Induk (Studi Kasus: KM. Sumber Mutiara). *Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 53–60.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran

Lampiran 1 formulir F1

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Dengan ini saya nama: Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si

Menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir/ Skripsi dan membimbing revisi Tugas Akhir/ Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, berikut:

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
Dampak Fouling Faktor Terhadap Efektivitas Heat Exchanger Close Cooling water sistem PLTGU XYZ	Ferry LuhmanLewa Situmorang	D4 Pembangkit Tenaga Listrik

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terimakasih.

Depok, 4 Agustus 2023
Yang Menyatakan

Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
NIP. 196604161995122001

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Dengan ini saya nama: Widyatmoko, S.si., M.Eng.

Menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir/ Skripsi dan membimbing revisi Tugas Akhir/ Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, berikut:

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
Dampak Fouling Faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger di Close Cooling Water System PLTGU XYZ	Ferry Luhman Lewa Situmorang	D4 Pembangkit Tenaga Listrik

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terimakasih.

Depok, 11 Mei 2023
Yang Menyatakan

Widyatmoko, S.si., M.Eng.
NIP. 198502032018031001



Lampiran 2 Formulir F2

FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI
Dampak Fouling faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger (Diseal) water system di PT PUSKIS

KELOMPOK : 1.....
: 2.....
: 3.....
: 4.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM
Fery Whman lewa Pamorang / 1902421023

PROGRAM STUDI : Perencanaan Tenaga Listrik
PEMBIMBING : Dr. Tahn Hayati Nings, M.Si

Table with 4 columns: No, Tanggal, Bahasan, Pembimbing, Panitia. Contains handwritten entries for dates and topics like 'Aspek awal dan akhir', 'Pendahuluan dan konsep', etc.

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan Pembimbing

Handwritten signature of the supervisor.

- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dampak Fouling Faktor terhadap Efektivitas Heat Exchanger
close cooling water di PLTU xyz

- KELOMPOK :
- 1.....
 - 2.....
 - 3.....
 - 4.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

Ferry Herman Lwa Simorang / 1902421023

PROGRAM STUDI : DK - Pembangkit Tenaga Listrik

PEMBIMBING : Widyatmoko, S.S., M.Eng.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	13/3 '23	Brainstorming topik	[Signature]	
2.	23/3 '23	Autoanlisis	[Signature]	
3.	5/4 '23	Bab 2	[Signature]	
4.	25/5 '23	Metodologi	[Signature]	
5.	10/6 '23	Metodologi	[Signature]	
6.	29/7 '23	Hasil ada benyul, dapat pakek x lamp	[Signature]	
7.	3/8 '23	Kemula	[Signature]	
8.	2/8 '23	Finalisasi	[Signature]	

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan Pembimbing

[Signature]



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Surat Permintaan Data



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036 Faksimile (021) 7270034
Lamar: <http://www.pnj.ac.id> Surel : humas@pnj.ac.id

Nomor : B/376/PL3.8/TK.04.10/2023 28 Februari 2023
Hal : Penelitian/Pencarian Data Tugas Akhir

Yth. *Human Resource Development*
PT PLN Indonesia Power Priok
Jl. RE. Martadinata, Ancol, Pademangan, Ancol, Kec. Pademangan,
Kota Jkt Utara, Daerah Khusus Ibukota

Dalam rangka penyusunan Tugas Akhir/ Skripsi bagi mahasiswa kami dari Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, yaitu :

No	Nama Mahasiswa	NIM	Program Studi
1.	Ferry Luhman Lewa Situmorang	1902421023	Pembangkit Tenaga Listrik

Bahwasannya mahasiswa tersebut bermaksud mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu Pimpinan untuk dapat melakukan **Pengambilan Data Tugas Akhir/Skripsi** di PT PLN Indonesia Power Priok. Adapun data yang diperlukan guna menunjang penelitian ini diantaranya.

1. Suhu inlet outlet CCW
2. Gambar CCW
3. Manual Book

Waktu yang direncanakan untuk pengambilan data tersebut pada mulai tanggal 01 Maret – 25 April 2023. Segala ketentuan dan peraturan yang berlaku PT PLN Indonesia Power Priok ditaati dan dipenuhi oleh mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,
an. Ketua Jurusan Teknik Mesin
Sekretaris Jurusan



Asep Yana Wusyama, S.Pd., M.Pd.
NIP.199001112019031016



Lampiran 4 Spesifikasi Heat Exchanger CCW

ABB	ABB Power Generation Ltd	HTDA 404 573
------------	--------------------------	--------------

TANJUNG PRIOK

INSTRUCTION MANUAL

Design

Water/Water Heat Exchanger
Closed Cooling Water System

KKS-No. 19 PGD 10 AC 001
29 PGD 10 AC 001
19 PGD 20 AC 001
29 PGD 20 AC 001

Heat load (with 6% margin for plugged tubes and 20% reduced head transfer coefficient by fouling) : 3600 Kw

III.2 Hydraulic and Thermodynamic Design

Closed Cooling Water (shell) Side

Medium : Closed cool water (SEE APPENDIX II)
Operating flow (15% margin included) : 386 m³/h (107.723 Kg/Sec)
Closed cooling water velocity : 0.80 m/s
Inlet temperature (design) : max.46 oC
Outlet (design) temperature : 36 deg C
Pressure at inlet average : 5/4.7959 Barg
Pressure drop total /allow at design flow : 0.4081 Barg/ 0.5 Barg

Main Cooling Water (Tube) Side

Medium : Seawater (SEE APPENDIX II)
Operating flow : 600 m³/h (172.237 Kg/Sec)
Main cooling water velocity : 1.06 m/s
Inlet (design) temperature : 32 deg C
Outlet temperature : 34.6 deg C
Pressure drop total/allow at design flow : 0.1055 Barg/ 0.3 Barg
Cleanliness factor : 80 %

III.3 Mechanical Design

Closed Cooling Water (shell) Side

Design Temperature : 65 deg C
Design pressure, maximum : 6 Bar
Design pressure, minimum : Atmospheric
Flanges type : Fabricated Special Flanges A-516-Gr.70

Material of shell : Carbon steel A-516-70
Nozzles and flanges : A-106-Gr B & A-105
Material of baffle plates : A-36
Distance between baffle plates : 500 mm



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, / penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

III.4 Main Cooling Water (Tube) Side

PT. SANGGAR SARANA BAJA

Design temperature	: 65 deg C
Design pressure, maximum	: 6 bar
Design pressure, minimum	: Vacuum
Flanges type	: Fabricated Special Flanges A-516-Gr.70
Number of tubes	: 419 x 9600 long
Tube diameter (external)	: 24 mm
Wall thickness of tube	: 0.5 mm
Total effective heat transfer area	: 282.2/094 = 300.2 m ²
Heat tranfer coefficient at design conditions	: 2.397 Kw/m ² .K(with 6% tubes plugged)
Tube material	: TI,ASTM B 338 Gr 2
Tube sheet material	: Carbon Steel A-516-Gr.70 Claddded by Titanium 5 mm thickness
Material of water boxes,covers	: CARBON STEEL A-516-Gr.70 with soft rubber lining
Nozzles & flanges	: SA-106B / A-105
Overall length	: 11.20 m
Width	: 0.8 m
Height	: 1.50 m
Weight (empty)	: 3.03 Ton
Weight (full)	: 9.39 Ton
Connection tube/tube sheets	: Expanded and Welded

Lampiran 5 Data Operasi CCW

DATA BASE TAG NUMBER 19PGD10 AC001 PARAMETER UNIT BLOK 1				regu 1				regu 2				Heat Balance				Uji Hestrate			
No	Tag	Name	Unit	Location	50%	70%	85%	100%	50%	70%	85%	100%	25%	50%	75%	100%	50%	70%	85%
	41CEAG-D002_01Z	COLD FLUID	C	sea water intake	mas affi	babek	babek	mas affi	0,0	0,0	0,0	0,0							
	42CEAG-D002_01Z	COLD FLUID	C	output sea water	babek	babek	topan	maador											
	43CHC00CE00TRR	HOT FLUID	C	CCW mainhole up	topan	mas affi	mas affi	maador											
	44CHC00CE00TRR	HOT FLUID	C	CCW mainhole down	maador	topan	babek	babek											

DATA BASE TAG NUMBER 19PGD10 AC001 PARAMETER UNIT BLOK 1				regu 1				regu 2				Heat Balance				Uji Hestrate			
No	Tag	Name	Unit	Location	50%	70%	85%	100%	50%	70%	85%	100%	25%	50%	75%	100%	50%	70%	85%
	41CEAG-D002_01Z	COLD FLUID	C	sea water intake	mas affi	babek	babek	mas affi	0,0	0,0	0,0	0,0							
	42CEAG-D002_01Z	COLD FLUID	C	output sea water	babek	babek	topan	maador											
	43CHC00CE00TRR	HOT FLUID	C	CCW mainhole up	topan	mas affi	mas affi	maador											
	44CHC00CE00TRR	HOT FLUID	C	CCW mainhole down	maador	topan	babek	babek											



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DATA BASE TAG NUMBER ISPGDI0 AC001 PARAMETER UNIT BLOK 1										Heat Balance										Uji Heats	
regu 1										regu 2											
No	Tag	Flux	Unit	Location	Dir	Dir	Dir	Dir	Dir	25%	50%	75%	100%	50%	70%	Bahan	Bahan				
4	4ICEAG-0002_01Z	COLD FLUID	C	sea water intake	mas off	babok	babok	mas off	0,0	0,0	0,0	0,0	496	566	742	376	516				
5	4ICEAG-0002_01Z	COLD FLUID	C	outlet sea water	babok	babok	topan	mas off	0,0	0,0	0,0	0,0	496	566	742	376	516				
6	43CROBCE00HTRR	ROT FLUID	C	CCW makeup up	topan	mas off	mas off	mas off													
7	44CROBCE00HTRR	ROT FLUID	C	CCW makeup down	mas off	topan	babok	babok													

DATA BASE TAG NUMBER ISPGDI0 AC001 PARAMETER UNIT BLOK 1										Heat Balance										Uji Heats	
regu 1										regu 2											
No	Tag	Flux	Unit	Location	Dir	Dir	Dir	Dir	Dir	25%	50%	75%	100%	50%	70%	Bahan	Bahan				
4	4ICEAG-0002_01Z	COLD FLUID	C	sea water intake	mas off	babok	babok	mas off	0,0	0,0	0,0	0,0	496	566	742	376	516				
5	4ICEAG-0002_01Z	COLD FLUID	C	outlet sea water	babok	babok	topan	mas off	0,0	0,0	0,0	0,0	496	566	742	376	516				
6	43CROBCE00HTRR	ROT FLUID	C	CCW makeup up	topan	mas off	mas off	mas off													
7	44CROBCE00HTRR	ROT FLUID	C	CCW makeup down	mas off	topan	babok	babok													

Lampiran 6 servise Condition air laut

FOR APPROVAL

PT PLN (PERSERO)
JAWA-2 COMBINED CYCLE POWER PLANT
(1 X 800MW)

PT PLN (PERSERO) PUSAT ENGINERING KETENAGALISTRIKAN

CONTRACTOR: CONSORTIUM OF MITSUBISHI CORPORATION AND JAWA METRA ENGINEERING

ST CLOSED COOLING WATER HEAT EXCHANGER SECTIONAL ASSEMBLY

DWG. No: **32-44552**

MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS

EQUIPMENT & MACHINERY DEPARTMENT
TAKASAGO HEAT EXCHANGER ENGINEERING SECTION
PLANT ENGINEERING DIVISION ENGINEERING HEADQUARTERS

1.6.4 Feed Water Analysis

The MED Desalination plant has been designed for utilizing the feed water having the analysis as listed below:

Seawater analysis of intended feed water for desalination plant was given as indicated below and is acceptable for the stable operation to produce the required product water.

Total Dissolved Solids	mg/l	12.015 - 28.225
Total Salt Content	%	-
Total Suspended Solids	mg/l	111.5 - 169.5
Sodium as Na	mg/l	-
Calcium as Ca	mg/l	-
Magnesium as Mg	mg/l	1,200 - 4,800
Barium as Ba	mg/l	-
Total Iron as Fe	mg/l	< 0.10
Sulphate as SO ₄	mg/l	166.56 - 191.74
Chloride as Cl	mg/l	11,302 - 16,293
Carbonate alkalinity as CaCO ₃	mg/l	-
Bicarbonate alkalinity as CaCO ₃	mg/l	-
Dissolved Oxygen	mg/l	1.8 - 3.06
pH	-	7.56 - 7.8 Note (2)
Free available chlorine	mg/l	-
Viscosity	cP	-
Specific gravity	-	1.01
Ammonium ion as NH ₄ (mg/l)	mg/l	0.09 - 0.21 Note (2)
Oil & Grease	mg/l	< 0.3 Note (3)
Residual chlorine as Cl ₂	mg/l	- Note (4)

Note

- (1) This seawater analysis is based on the owner's specification which is described in the document "SHA-0510, Inquiry Specification for Desalination Plant"
- (2) These items affect to the product quality in case of the higher value than the above mentioned one in the table.
- (3) As seawater is pumped a few meter below seawater surface, oil will not be introduced to plant usually. But if oil is introduced, light oil might contaminate product water.
- (4) The residual chlorine of the seawater at the inlet of the desalination plant shall be controlled in a range of 0.01 - 0.2 mg/l as Cl₂.



Lampiran 7 Perhitungan dan Pengolahan Data Penelitian

Qact (W)	LMTD (oC)	U (W/m ² C)	NTU	Qmax (W)	Efektivitas (%)	Rf (m ² C/W)
4537207,4	7,6344167	1979,7123	1,31	6738158,9		0,0001130
43	37	17	8	7	67,34	09
4469555,2	7,6141383	1955,3875	1,30	6675016,9		0,0001192
45	95	94	2	1	66,96	92
4456024,8	7,6025437	1952,4412		6661486,4		0,0001200
05	62	88	1,3	8	66,89	64
4428963,9	7,5999995	1941,2340	1,29	6661486,4		0,0001230
26	17	05	2	8	66,49	21
4419943,6	7,5875391	1940,4618	1,29	6670506,7		0,0001232
33	19	1	2	7	66,26	26
4374842,1	7,5571330	1928,3889	1,28	6607364,7		0,0001264
67	63	42	4	2	66,21	52
4361311,7	7,5601380	1921,6607	1,27	6611874,8		0,0001282
27	74	25	9	6	65,96	68
4356801,5	7,5537011	1921,3093	1,27	6616385,0		0,0001283
81	05	56	9	1	65,85	63
4523677,0	7,6122553	1979,5549	1,31	6720118,3		0,0001130
04	47	07	8	8	67,32	49
4456024,8	7,6025437	1952,4412		6661486,4		0,0001200
05	62	88	1,3	8	66,89	64
4428963,9	7,5999995	1941,2340	1,29	6661486,4		0,0001230
26	17	05	2	8	66,49	21
4419943,6	7,5875391	1940,4618	1,29	6670506,7		0,0001232
33	19	1	2	7	66,26	26
4374842,1	7,5571330	1928,3889	1,28	6607364,7		0,0001264
67	63	42	4	2	66,21	52
4356801,5	7,5562194	1920,6690	1,27	6607364,7		0,0001285
81	43	22	8	2	65,94	37
4352291,4	7,5493927	1920,4157	1,27	6652466,1		0,0001286
34	77	51	8	8	65,42	05
4320720,4	7,5482664	1906,7697	1,26	6611874,8		0,0001323
08	43	55	9	6	65,35	32
4523677,0	7,6125436	1979,4799	1,31			0,0001130
04	75	31	8	6720569,4	67,31	68
4469555,2	7,6141383	1955,3875	1,30	6675016,9		0,0001192
45	95	94	2	1	66,96	92
4456024,8	7,6025437	1952,4412		6661486,4		0,0001200
05	62	88	1,3	8	66,89	64
4428963,9	7,5999995	1941,2340	1,29	6661486,4		0,0001230
26	17	05	2	8	66,49	21
4419943,6	7,5875391	1940,4618	1,29	6670506,7		0,0001232
33	19	1	2	7	66,26	26

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4523677,0 04	7,6122553 47	1979,5549 07	1,31 8	6720118,3 8	67,32	0,0001130 49
4428963,9 26	7,5999995 17	1941,2340 05	1,29 2	6661486,4 8	66,49	0,0001230 21
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5533580 7	1919,4075 89	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001288 79
4320720,4 08	7,5522238 89	1905,7705 87	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001326 07
4465045,0 98	7,5916478 85	1959,2015 03	1,30 4	6684037,2 1	66,80	0,0001182 97
4428963,9 26	7,5866711 46	1944,6443 93	1,29 4	6652466,1 8	66,58	0,0001221 17
4428061,8 97	7,5858937 84	1944,4475 71	1,29 4	6651564,1 5	66,57	0,0001221 7
4419943,6 33	7,5836278 21	1941,4626 13	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001229 6
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4464594,0 84	7,5912597 45	1959,1037 68	1,30 4	6683586,1 9	66,80	0,0001183 22
4428963,9 26	7,5999995 17	1941,2340 05	1,29 2	6661486,4 8	66,49	0,0001230 21
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4460534,9 52	7,5917139 51	1957,2054 8	1,30 3	6665996,6 2	66,91	0,0001188 17
4428963,9 26	7,5999995 17	1941,2340 05	1,29 2	6661486,4 8	66,49	0,0001230 21
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5533580 7	1919,4075 89	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001288 79
4320720,4 08	7,5522238 89	1905,7705 87	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001326 07
4428963,9 26	7,5999995 17	1941,2340 05	1,29 2	6661486,4 8	66,49	0,0001230 21
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4280129,0 89	7,5385365 52	1891,2943 92	1,25 9	6589324,1 3	64,96	0,0001366 23
4464594,0 84	7,5912597 45	1959,1037 68	1,30 4	6683586,1 9	66,80	0,0001183 22
4428963,9 26	7,5999995 17	1941,2340 05	1,29 2	6661486,4 8	66,49	0,0001230 21
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4465045,0 98	7,5916478 85	1959,2015 03	1,30 4	6684037,2 1	66,80	0,0001182 97
4428963,9 26	7,5866711 46	1944,6443 93	1,29 4	6652466,1 8	66,58	0,0001221 17
4428061,8 97	7,5858937 84	1944,4475 71	1,29 4	6651564,1 5	66,57	0,0001221 7
4419943,6 33	7,5836278 21	1941,4626 13	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001229 6
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4307189,9 69	7,5447783 21	1901,6774 42	1,26 6	6602854,5 7	65,23	0,0001337 36
4428963,9 26	7,5866711 46	1944,6443 93	1,29 4	6652466,1 8	66,58	0,0001221 17
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4280129,0 89	7,5385365 52	1891,2943 92	1,25 9	6589324,1 3	64,96	0,0001366 23
4428963,9 26	7,5999995 17	1941,2340 05	1,29 2	6661486,4 8	66,49	0,0001230 21
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4315308,2 32	7,5478922 17	1904,4757 37	1,26 8	6633523,5 7	65,05	0,0001329 64
4420394,6 47	7,5982785 14	1937,9168 9	1,29	6652015,1 7	66,45	0,0001239 03
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4280129,0 89	7,5385365 52	1891,2943 92	1,25 9	6589324,1 3	64,96	0,0001366 23
4424002,7 65	7,5957184 8	1940,1523 84	1,29 1	6656525,3 1	66,46	0,0001233 08
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4370332,0 21	7,5616575 77	1925,2482 51	1,28 1	6606462,6 9	66,15	0,0001272 98
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4315308,2 32	7,5478922 17	1904,4757 37	1,26 8	6633523,5 7	65,05	0,0001329 64
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4356801,5 81	7,5562194 43	1920,6690 22	1,27 8	6607364,7 2	65,94	0,0001285 37
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4320720,4 08	7,5482664 43	1906,7697 55	1,26 9	6611874,8 6	65,35	0,0001323 32
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4280129,0 89	7,5385365 52	1891,2943 92	1,25 9	6589324,1 3	64,96	0,0001366 23
4320720,4 08	7,6164212 13	1889,7072 2	1,25 8	6715608,2 3	64,34	0,0001370 67
4424002,7 65	7,5957184 8	1940,1523 84	1,29 1	6656525,3 1	66,46	0,0001233 08
4419943,6 33	7,5875391 19	1940,4618 1	1,29 2	6670506,7 7	66,26	0,0001232 26
4374842,1 67	7,5571330 63	1928,3889 42	1,28 4	6607364,7 2	66,21	0,0001264 52
4370332,0 21	7,5616575 77	1925,2482 51	1,28 1	6606462,6 9	66,15	0,0001272 98
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4316210,2 62	7,5493927 77	1904,4952 06	1,26 8	6616385,0 1	65,24	0,0001329 58
4315308,2 32	7,5478922 17	1904,4757 37	1,26 8	6633523,5 7	65,05	0,0001329 64
4280129,0 89	7,5385365 52	1891,2943 92	1,25 9	6589324,1 3	64,96	0,0001366 23
4421882,9 96	7,6065525 56	1936,4607 05	1,28 9	6661486,4 8	66,38	0,0001242 91
4370332,0 21	7,5616575 77	1925,2482 51	1,28 1	6606462,6 9	66,15	0,0001272 98
4352291,4 34	7,5493927 77	1920,4157 51	1,27 8	6652466,1 8	65,42	0,0001286 05
4316210,2 62	7,5435107 04	1905,9802 41	1,26 9	6634425,6	65,06	0,0001325 49
4315308,2 32	7,5478922 17	1904,4757 37	1,26 8	6633523,5 7	65,05	0,0001329 64
4311700,1 15	7,5952069 67	1891,0292 51	1,25 9	6629915,4 5	65,03	0,0001366 97
4280129,0 89	7,5385365 52	1891,2943 92	1,25 9	6589324,1 3	64,96	0,0001366 23
4279227,0 6	7,7889229 6	1830,1101 72	1,21 8	6683135,1 8	64,03	0,0001543



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Nama Lengkap | : Ferry Luhman Lewa Situmorang |
| 2. NIM | : 1902421023 |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Biak Papua, 20 Maret 2001 |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki- Laki |
| 5. Alamat | : Kampung Yafdas, Biak
Numfor, Papua |
| 6. Email | : fsitumorang67@@gmail.com |
| 7. Pendidikan | |
| a. SD | : SD YPPK ST JOSEPH 1 BIAK NUMFOR |
| b. SMP | : SMP NEGERI 1 BIAK NUMFOR |
| c. SMA | : SMA NEGERI 1 BIAK NUMFOR |
| 8. Program Studi | : Pembangkit Tenaga Listrik |
| 9. Bidang Peminatan | : <i>Heat Exchanger dan Perpindahan Panas</i> |



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

