



© 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



**STUDI KASUS KEBOCORAN *TUBE LOW PRESSURE*
EVAPORATOR PADA AREA *LOW PRESSURE* DI UNIT
HRSG DI PT. KRAKATAU CHANDRA ENERGI**

Laporan Tugas Akhir

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Muhammad Ilham Habibie

(2102311027)

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2024**



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


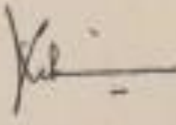
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul :

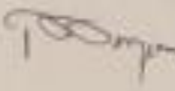
STUDI KASUS KEBOCORAN TUBE LP EVAPORATOR PADA AREA
LOW PRESSURE DI UNIT HRSG DI PT. KRAKATAU CHANDRA
ENERGI

Nama : Muhammad Ilham Habibie
NIM : 2102311027
Program Studi : DIII Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah Disetujui oleh Pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
	
<u>Rosidi, S.T., M.T.</u> NIP. 196509131990031001	<u>Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T.</u> NIP. 198608302009122001

Ketua Program Studi
DIII Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta



Hadi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002


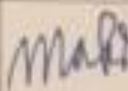

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul :

STUDI KASUS KEBOCORAN TUBE LP EVAPORATOR PADA AREA LOW PRESSURE DI UNIT HRSG DI PT. KRAKATAU CHANDRA ENERGI

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 17 Juli 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Drs. Nugroho Eko Setijogiarso, Dipl.Ing., M.T NIP. 196512131992031001	Penguji 1		17/2024 /7
2.	Drs. Almahdi, M.T NIP. 196001221987031002	Penguji 2		17/2024 /7
3.	Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Ketua Penguji		17/2024 /7

Depok, 17 Juli 2024

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Eng. Ir Muslim, S.T., M.T., IWE

NIP. 197707142008121005

© 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



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Muhammad Ilham Habibie
NIM	: 2102311027
Program Studi	: Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir 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 Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 17 Juli 2024



Muhammad Ilham Habibie
NIM. 2102311027

© 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





STUDI KASUS KEBOCORAN *TUBE LOW PRESSURE EVAPORATOR* PADA AREA *LOW PRESSURE* DI UNIT HRSG DI PT. KRAKATAU CHANDRA ENERGI

Muhammad Ilham Habibie ¹⁾, Rosidi ¹⁾, Vika Rizkia ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: muhammad.ilham.habibie.tm21@mhws.pnj.ac.id

ABSTRAK

Combined Cycle Power Plant (CCPP) atau Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) memanfaatkan kombinasi siklus *Brayton* dan *Rankine* untuk meningkatkan efisiensi energi. Salah satu komponen penting dalam PLTGU adalah *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*, yang berfungsi memanfaatkan gas buang dari turbin gas untuk memanaskan air dan menghasilkan uap kering guna menggerakkan turbin uap. *Evaporator* dalam HRSG memainkan peran krusial dalam mengubah air menjadi uap jenuh. Namun, komponen ini rentan terhadap kebocoran, yang dapat berdampak serius terhadap kinerja dan efisiensi sistem. Kebocoran pada *tube LP Evaporator* dapat menyebabkan penurunan level air pada drum pengisi, menghentikan operasi HRSG. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor Penyebab kebocoran pada *tube* yang terjadi pada *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* melalui metode pendekatan analisis yang efektif, dan merumuskan rekomendasi perawatan dan tindakan perbaikan yang efektif sebagai upaya mitigasi terhadap resiko kebocoran *tube* pada *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)* di masa depan. Metode yang digunakan untuk mengetahui penyebab kebocoran pada *tube evaporator* adalah menggunakan analisa komponen dan metode *Root Cause Analysis (RCA)* yang direpresentasikan menggunakan metode *fishbone*. komponen kebocoran disebabkan oleh kualitas kandungan asam air yang melebihi batas minimum, dan laju erosi air yang terjadi dalam kurun waktu 12 tahun, kemudian berdasarkan hasil RCA kebocoran pada *tube evaporator* disebabkan oleh 2 faktor yaitu, metode dan lingkungan, faktor metode yang menyebabkan kebocoran *tube evaporator* adalah tidak dilakukannya inspeksi visual didalam *LP modul HRSG* dan faktor lingkungan yang menyebabkan kebocoran *tube evaporator* adalah penurunan fleksibilitas pipa akibat fluktuasi suhu dan lingkungan korosif akibat kandungan garam di udara.

Kata Kunci: Heat Recovery Steam Generator (HRSG), Kebocoran Tube, Low Pressure (LP) Evaporator, Korosi, Efisiensi Energi, Root Cause Analysis, Fishbone

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



STUDY CASE OF EVAPORATOR LOW PRESSURE TUBE LEAK IN LOW PRESSURE AREA IN HRSG UNIT AT PT. KRAKATAU CHANDRA ENERGI

Muhammad Ilham Habibie ¹⁾, Rosidi ¹⁾, Vika Rizkia ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: muhammad.ilham.habibie.tm21@mhws.pnj.ac.id

ABSTRACT

Combined Cycle Power Plant (CCPP) or Steam Turbine Gas Turbine Power Plant (STGT) utilizes the combination of Brayton and Rankine cycles to enhance energy efficiency. A crucial component in STGT is the Heat Recovery Steam Generator (HRSG), which plays a vital role in utilizing exhaust gas from the gas turbine to heat water and generate dry steam to drive the steam turbine. The evaporator within the HRSG plays a critical role in transforming water into saturated steam. However, this component is susceptible to leaks, which can significantly impact system performance and efficiency. Leaks in the LP Evaporator tubes can lead to a decrease in water level in the feedwater drum, halting HRSG operation. This research aims to identify the root causes of tube leaks in the Heat Recovery Steam Generator (HRSG) using an effective analytical approach and formulate effective maintenance and repair recommendations as mitigation measures against the risk of tube leaks in the Heat Recovery Steam Generator (HRSG) in the future. The method employed to determine the causes of evaporator tube leaks involves component analysis and the Root Cause Analysis (RCA) method, represented using the fishbone method. The root causes of the leaks were determined to be the acidic water content exceeding the minimum limit, and the water erosion rate over 12 years. Based on the RCA results, the tube evaporator leaks are attributed to two factors: method and environment. The method factor causing tube evaporator leaks is the lack of visual inspection inside the HRSG LP module, and the environmental factor causing tube evaporator leaks is the decrease in pipe flexibility due to temperature fluctuations and the corrosive environment caused by airborne salt content.

Keywords: Heat Recovery Steam Generator (HRSG), Tube leak, Low Pressure (LP) Evaporator, Corrosion, Energy efficiency, Root Cause Analysis (RCA), Fishbone

- 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



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT. yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Studi Kasus Kebocoran *Tube Low Pressure Evaporator* Pada Area *Low Pressure* Di Unit HRSG Di PT. Krakatau Chandra Energi”. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Dalam proses pembuatan laporan ini penulis mendapati beberapa kesulitan, namun atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini, diantaranya : Ibu, Bapak serta keluarga saya yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menjalani kegiatan magang di PT. Krakatau Chandra Energi (KCE). Dalam penulisan ini, saya juga berteimakasih kepada:

1. Bapak Rosidi S.T., M.T., dan Ibu Dr. Vika Rizkia S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Jakarta, Program Studi Teknik Mesin yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan arahan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendidik dengan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat sebagai penunjang penyusunan Laporan Tugas Akhir
4. Segenap Pimpinan dan karyawan Divisi Mechanical Infrastructure Maintenance (MIM) yang telah memberikan ilmu serta pengalaman selama melakukan On Job Training di PT. Krakatau Chandra Energi.

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 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

5. Teman-teman saya yang bersama saya selama di PT. KCE, baik yang bersama ataupun yang sedang berkuliah di Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memberikan dukungan yang berkesan.
6. Dan teman-teman M21, yang telah memberikan semangat dan suport selama ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini, oleh karena itu penulis selalu terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, kami berharap laporan Tugas Akhir ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Depok, 17 Juli 2024

Muhammad Ilham Habibie
Nim: 2102311027

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	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penelitian	4
1.7.1 Bab I Pendahuluan.....	4
1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka.....	4
1.7.3 Bab III Metode Penelitian.....	4
1.7.4 Bab IV Pembahasan.....	4
1.7.5 Bab V Penutup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian siklus gabungan	5
2.2 Turbin Gas di PLTGU	7
2.3 Turbin Uap di PLTGU	8
2.4 <i>Heat Recovery Steam Generator</i> (HRSG).....	9
2.4.1 Tingkat Tekanan Pada HRSG.....	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.2	Komponen Utama HRSG	14
2.4.3	Mekanisme Kerja HRSG	17
2.4.4	Spesifikasi HRSG	19
2.5	Air Demin (Demineralize Water).....	19
2.6	PIPA SA 335	20
2.7	<i>Maintenance</i>	21
2.7.1	<i>Predictive Maintenance</i>	21
2.7.2	<i>Preventive Maintenance</i>	21
2.7.3	<i>Corective Maintenance</i>	22
2.8	<i>Root Cause Analysis</i>	22
2.9	<i>Diagram Fishbone</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		24
3.1	Diagram Alur Pengerjaan	24
3.2	Penjelasan Langkah Kerja	25
BAB IV PEMBAHASAN		26
4.1	Data Laporan Teknisi Lapangan	26
4.2	Inspeksi Kebocoran Pada area <i>Low Pressure</i> Unit HRSG.....	27
4.3	Analisa Komponen HRSG	28
4.3.1	Kualitas Air Demin	28
4.3.2	Spesifikasi <i>Tube</i>	29
4.3.3	Waktu Operasi HRSG.....	29
4.4	Root Cause Analysis (RCA).....	30
4.4.1	Faktor <i>Man</i> (Manusia)	32
4.4.2	Faktor Material	33
4.4.3	Faktor <i>Method</i> (Metode).....	34
4.4.4	Faktor environment (Lingkungan).....	35
4.5	Pembahasan Hasil.....	37
4.5.1	Hasil Analisa Komponen	37
4.5.2	Hasil Root Cause Analysis (RCA).....	37
4.6	Langkah perbaikan pada <i>tube evaporator</i> HRSG	39
4.6.1	Matikan dan kosongkan unit.....	39
4.6.2	Identifikasi titik kebocoran	39
4.6.3	Pelubangan Header Pipa Evaporator	40
4.6.4	Verifikasi Pipa yang Bocor.....	41



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

4.6.5	Plug Welding pada Pipa Bocor.....	42
4.6.6	Uji <i>Penetran</i> NDT pada Plug Welding.....	44
4.6.7	Penutupan Kembali <i>Header</i> Pipa.....	44
4.6.8	Uji Penetran NDT pada Header Pipa.....	45
4.6.9	Pengisian dan Pengujian Saluran Pipa <i>Evaporator</i>	45
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus <i>Combine Cycle Power Plant</i> (CCPP) Pada PLTGU	6
Gambar 2. 2 Siklus <i>Brython</i> , Siklus <i>Rankine</i> , Siklus <i>Kombinasi</i>	6
Gambar 2. 3 Siklus Gas di PLTGU	7
Gambar 2. 4 Siklus uap di PLTGU	9
Gambar 2. 5 Diagram instalasi Siklus Gabungan PLTGU	10
Gambar 2. 6 <i>Gas Turbine Combined Cycle</i>	11
Gambar 2. 7 HRSG dengan dua tingkat tekanan (Dual pressure)	12
Gambar 2. 8 Diagram HRSG <i>Multi Pressure</i>	13
Gambar 2. 9 Heat Recovery Steam Generator	14
Gambar 2. 10 Komponen <i>Steam Generator</i>	18
Gambar 2. 11 Diagram Fishbone	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan	24
Gambar 4. 1 Inspeksi Visual Harian	26
Gambar 4. 2 Inspeksi Kebocoran	27
Gambar 4. 3 Daerah Kebocoran	27
Gambar 4. 4 <i>Diagram Fishbone</i> Kebocoran <i>Tube LP Evaporator</i>	31
Gambar 4. 5 <i>Fishbone Diagram</i> Faktor <i>man</i>	32
Gambar 4. 6 <i>Diagram</i> Faktor <i>Material</i>	33
Gambar 4. 7 <i>Diagram</i> Faktor <i>Method</i>	34
Gambar 4. 8 <i>Diagram</i> Faktor <i>Environment</i>	35
Gambar 4. 9 Pelubangan Pipa	40
Gambar 4. 10 Daerah Kebocoran	41
Gambar 4. 11 Titik Kebocoran	41
Gambar 4. 12 Baja <i>Carbon</i>	42
Gambar 4. 13 <i>Plug Welding</i>	43
Gambar 4. 14 Setelah <i>Welding</i>	43
Gambar 4. 15 Hasil Pemasangan	44

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 TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi HRSG	19
Tabel 4. 1 <i>Work Order</i>	26
Tabel 4. 2 Kualitas Air	28
Tabel 4. 3 Spesifikasi <i>Tube</i>	29
Tabel 4. 4 Riwayat Operasi HRSG	29
Tabel 4. 5 Wawancara Faktor <i>Man</i>	33
Tabel 4. 6 Wawancara Faktor <i>Material</i>	34
Tabel 4. 7 Wawancara Faktor <i>Method</i>	35
Tabel 4. 8 Wawancara Faktor Lingkungan	36
Tabel 4. 9 ukuran <i>plug</i> baja <i>carbon</i>	42





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 LAMPIRAN

Lampiran 1 work order PT.KCE.....	50
Lampiran 2 wawancara dengan teknisi.....	51
Lampiran 3 report kondisi air.....	51
Lampiran 4 manual book PT.KCE.....	52



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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Combined Cycle Power Plant (CCPP) atau disebut Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) adalah jenis pembangkit listrik yang menggunakan kombinasi dua siklus termodinamika, biasanya siklus *Brayton* (gas) dan siklus *Rankine* (uap), untuk menghasilkan listrik. Penggabungan dua siklus ini meningkatkan efisiensi energi dari proses pembangkitan listrik dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional yang hanya menggunakan satu siklus [1]. Salah satu bentuk efisiensi pemakaian energi di bidang produksi tenaga listrik pada siklus kombinasi PLTGU yang menggabungkan Tenaga Gas (PLTG) dengan Tenaga Uap (PLTU) adalah efisiensi termal PLTG di bawah 35 %, tetapi dengan adanya siklus gabungan PLTGU ini dapat diperoleh efisiensi termal yang cukup baik yaitu dapat mencapai di atas 50 % [2]. Setiap pembangkit listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) memiliki unit *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) yang memanfaatkan gas buang dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). HRSG berfungsi memanaskan air untuk menghasilkan uap kering menggunakan panas gas buang dari turbin gas. Uap kering yang dihasilkan HRSG ini digunakan untuk menggerakkan turbin uap pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). HRSG terdiri dari komponen *Superheater*, *Evaporator*, dan *Ekonomizer*, serta dua tingkat tekanan yaitu *High Pressure* (HP) dan *Low Pressure* (LP) [3].

Evaporator merupakan elemen HRSG yang berfungsi untuk mengubah air hingga menjadi uap jenuh. Pada *evaporator* dengan adanya pipa – pipa penguap akan terjadi pembentukan uap. *Evaporator* akan memanaskan uap air yang turun dari drum uap panas lanjut yang masih dalam fase cair agar berbentuk uap sehingga bisa diteruskan menuju *superheater*. Perpindahan

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

panas yang terjadi pada *evaporator* adalah *film pool boiling*, dimana air yang dipanaskan mendidih sehingga mengalami perubahan fase menjadi uap jenuh. Namun, dalam pengoperasiannya, rentan terhadap masalah kebocoran. Kebocoran pada *tube* dapat berdampak serius terhadap kinerja HRSG, kebocoran yang terjadi pada *tube evaporator Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) menyebabkan level air pada drum pengisi terus mengalami penurunan seiring terjadinya kebocoran yang tidak ditangani. Hal ini akan menyebabkan HRSG tidak beroperasi karena kekurangan pasokan air, menyebabkan penurunan efisiensi, kerugian energi, dan potensi bahaya operasional. Selain itu, kebocoran ini juga dapat menyebabkan peningkatan biaya perawatan dan penggantian komponen, serta mengganggu kelancaran operasi HRSG.

Kegagalan pipa HRSG umumnya disebabkan oleh kerusakan *creep*, kelelahan, tekanan panas yang berlebih, korosi air atau uap, dan panas berlebih jangka pendek [4]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi penyebab terjadinya kebocoran dan memberikan rekomendasi Tindakan perawatan dan perbaikan kebocoran pada *tube* HRSG. Dengan memahami secara mendalam tantangan yang dihadapi dalam menjaga kehandalan HRSG, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi berharga bagi industri pembangkit listrik dalam meningkatkan efisiensi operasional, meminimalkan *downtime*, dan mengoptimalkan kinerja sistem HRSG secara keseluruhan.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disajikan, Penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan kebocoran pada *Tube*?
2. Bagaimana cara mengidentifikasi faktor penyebab permasalahan yang terjadi pada kebocoran *Tube*?
3. Prosedur apa yang dilakukan untuk menangani kebocoran pada *Tube*?



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

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yang ingin diperoleh antara lain:

1. Dapat mengidentifikasi faktor-faktor Penyebab kebocoran pada *tube* yang terjadi pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) melalui metode pendekatan analisis yang efektif.
2. Dapat merumuskan rekomendasi perawatan dan tindakan perbaikan yang efektif sebagai upaya mitigasi terhadap resiko kebocoran *tube* pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) di masa depan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memfokuskan permasalahan pada penyebab dan prosedur perbaikan yakni:

1. Pembahasan hanya mencakup proses yang terjadi pada bagian *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) khususnya pada *tube* LP di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
2. Hanya berfokus pada kerusakan berupa kebocoran pada *tube* LP.
3. Tidak mencakup penggantian jenis material *tube*.
4. Hanya menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Memberikan pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran *tube* pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) untuk meningkatkan efisiensi operasional.
2. Penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi perawatan dan tindakan perbaikan yang efektif sebagai langkah mitigasi terhadap risiko kegagalan mekanis dimasa depan pada *tube* di *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG). Rekomendasi ini diharapkan dapat meminimalkan waktu henti produksi, meningkatkan reliabilitas perawatan, serta mengoptimalkan produktivitas operasional secara keseluruhan.



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

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui permasalahan utama kebocoran pada *Tube LP* adalah dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) berupa *diagram fishbone* (diagram tukang ikan). Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan observasi lapangan, pemaparan materi oleh mentor, wawancara dengan Teknisi yang menjadi penanggung jawab *tube LP*, Pengambilan data serta analisis hasil data yang telah didapatkan.

1.7 Sistematika Penelitian

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini secara garis besar disusun menjadi beberapa bab, yaitu:

1.7.1 Bab I Pendahuluan

Pada Bab ini berisi gambaran umum mengenai penulisan tugas akhir, yaitu meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, Batasan masalah, lokasi objek tugas akhir, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

1.7.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Pada Bab kedua berisi teori – teori yang berkaitan dengan pembahasan pada penelitian ini.

1.7.3 Bab III Metode Penelitian

Pada Bab ketiga berisi langkah-langkah penyusunan tugas akhir, yaitu jenis penelitian yang akan dilakukan, identifikasi masalah yang terjadi, pengumpulan dokumen dan data yang berkaitan dengan topik pembahasan.

1.7.4 Bab IV Pembahasan

Pada bab keempat membahas penyelesaian masalah yang terjadi di *evaporator* pada unit HRSG.

1.7.5 Bab V Penutup

Pada Bab kelima berisi kesimpulan dari pembahasan yang ada pada tugas akhir ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi analisis penyebab dan pembahasan kebocoran pada *tube evaporator*, maka dapat disimpulkan:

1. Kebocoran pada *tube LP evaporator* unit HRSG, ditunjukkan dengan genangan air di area HRSG. Metode yang digunakan untuk mengetahui penyebab kebocoran pada *tube evaporator* adalah menggunakan analisa komponen dan metode *Root Cause Analysis* (RCA) yang direpresentasikan menggunakan metode *fishbone*. Merujuk pada data analisa komponen kebocoran disebabkan oleh kualitas kandungan asam air yang melebihi batas minimum, dan laju erosi air yang terjadi dalam kurun waktu 12 tahun, kemudian berdasarkan hasil RCA kebocoran pada *tube evaporator* disebabkan oleh 2 faktor yaitu, metode dan lingkungan, faktor metode yang menyebabkan kebocoran *tube evaporator* adalah tidak dilakukannya inspeksi visual didalam LP modul HRSG dan faktor lingkungan yang menyebabkan kebocoran *tube evaporator* adalah penurunan *fleksibilitas* pipa akibat *fluktuasi* suhu dan lingkungan korosif akibat kandungan garam di udara.
2. Tindakan perbaikan yang dilakukan dalam kasus kebocoran pada *tube evaporator* adalah melakukan Langkah perbaikan berupa *plug welding* terhadap pipa yang mengalami kebocoran, Tindakan ini merupakan langkah *corrective maintenance* terhadap komponen *tube evaporator* Sesuai dengan *work order*.

5.2 Saran

Untuk mencegah kebocoran dimasa yang akan datang, diperlukannya langkah *preventive maintenance* berupa inspeksi visual didalam LP modul HRSG guna memitigasi terjadinya kebocoran pada *tube evaporator* dan komponen-komponen lainnya yang terdapat dalam LP HRSG.



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 PUSTAKA

- [1] García, "Efficiency enhancement of combined cycles by suitable working fluids and operating conditions," *Applied Thermal Engineering*, pp. 25-33, 2012.
- [2] Casarosa, "Thermoeconomic evaluation of the feasibility of highly efficient combined cycle power plants," *Energy*, vol. 29, pp. 1963-1982, 2004.
- [3] Jadmiko, "Design of Heat-Recovery Steam Generator Components in Gas Turbine (70 MW) Combined Cycle Power Plants (105 MW)," *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 2021.
- [4] Akhyar, "Study on Fracture Failures of the Super Heater Water Pipe Boiler," *Defect and Diffusion Forum*, vol. 402, pp. 20 - 26, 2020.
- [5] Rapún, "Optimization of heat recovery steam generators for combined cycle gas turbine power plants," *Valdés2001 Optimization*, Vols. 1149-1159, p. 21, 2001.
- [6] Alikulov, "Evaluation of the energy efficiency of combined cycle gas turbine. Case study of Tashkent thermal power plant, Uzbekistan," *Aminov 2016 Evaluation*, vol. 103, pp. 501-509, 2016.
- [7] Sheiko, "Methodological foundation and back-ground technology to provide function-oriented properties of the structure of gas turbine engine components," *Science intensive technologies in mechanical engineering*, 2022.
- [8] Heikal, "A novel split cycle internal combustion engine with integral waste heat recovery," *Applied Energy*, vol. 157, pp. 744-753, 2015.



- [9] Brodov, "Steam Pressure's Influence in the Condenser on the Efficiency Indicators of the T-100-12.8 Turbine When Operating with a Fully Closed Diaphragm According to the Thermal Diagram," *Thermal Engineering*, vol. 67, pp. 892 - 895, 2020.
- [10] Kumar, "Heat Recovery Steam Generator by Using Cogeneration," *International Journal of Engineering Research and*, vol. 3, pp. 512-516, 2014.
- [11] Mitsos, "A split concept for HRSG (heat recovery steam generators) with simultaneous area reduction and performance improvement," *Energy*, Vols. 421-431, p. 71, 2014.
- [12] G. Ahmadi, "{Multi-objective optimization of HRSG configurations on the steam power plant repowering specifications," *Energy*, 2018.
- [13] Apriliani, "Model of Global HR Development and Green Economy Diplomacy: Strengthening Global Environmental Governance in Indonesia," *Journal of Law and Sustainable Development*, 2023.
- [14] Cho, "Heat Transfer Characteristics According to Inner Pipe in a Gas Turbine Vane Internal Passage," *ASME 2023 Heat Transfer Summer Conference*, 2023.
- [15] Bahlouli, "Comprehensive analysis of energy, exergy and exergo-economic of cogeneration of heat and power in a combined gas turbine and organic Rankine cycle," *Energy Conversion and Management*, vol. 97, pp. 154-165, 2015.
- [16] Dumitraş, "A New Approach on Preventive Maintenance in Industry," *Bulletin of the Polytechnic Institute of Iaşi. Machine constructions Section*, vol. 69, pp. 33 - 43, 2023.

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 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

[17] Myers, "Data mining root cause analysis findings," *2017 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*, pp. 1-4, 2017.

[18] Prasad, "Fishbone Diagram: Application to Identify the Root Causes of Student–Staff Problems in Technical Education," *Wireless Personal Communications*, vol. 100, pp. 653 - 664, 2018.





Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 1 work order PT.KCE

KRAKATAU ENERGY SOLUTION		Work Order Form		PT. Krakatau Daya Listrik Jl. Amerika No. 1, Samangraya Cilangkap - Cillegon - Banten - Indonesia								
Work Order : 311000033637												
MWO Description : MINOR INS ALL VALVE STEAM LP	Functional : KDL-P-0403-MAA-004	Steam Turbine Area (Mechanic)										
Notification :	Equipment : 21000000513	ALL VALVE STEAM LP 03LBB10										
Notif. Description :	Technical Object : KES00003	Valve										
Reported by :	Object Part :											
Notification Date :	Damage :											
Maintenance Plan : 10006701	Cause :											
Superior Order :	Location : KDL-P-0403	PLTGU 120 MW Power Generatrn Unit 3 (STG)										
Order Type : 21PM Preventive Maintenance	Plant Section : S02	Dinas MIM										
Order Status : RELEASE	Planner Group : 212	Dinas MIM										
Priority :	Main Work Center : MBT1-N01	Work Center MBT										
Release Date : 13.03.2024	Cost Center : 213210	Dinas-Dinas Power Generation										
Start Date : 21.03.2024	Operation Status :											
Finish Date : 21.03.2024	Revision :											
OPERATION Ext. Service PR Number:												
Op No	Sub	Work-Center	C-Key	Operation Short Text	Num	Dur	Work	Unit	Start-Date	Start-Time	End-Date	End-Time
0010		MBT1-OS1	PM01	Visual Inspection Of Valve Area HRSG dan	2	0,5	1,0	MHR	21.03.2024	11:00		
Visual Inspection Of Valve Area HRSG dan Turbin						Stu sedang operasi						
1) Cek fungsi valve Open & Closed (stroking valve)												
2) Cek pelumasan / grease Pelumasan Area Molitor												
3) Cek dan tightening baut flange baut kecacat												
4) Cek ada kebocoran / tidak dan tightening Tidak ada kebocoran												
5) Cek gland packing dan tightening/replace												
6) Cek gear box jika valve tipe gear box												
7) Cek (jika tipe termasuk) sistem pneumatic/ hydraulic												
8) Cek pressure regulator udara (untuk tipe control valve)												
9) Popping test (Untuk safety valve)												
10) Setting ulang jika diperlukan (Untuk safety valve)												
11) Cleaning, tightening, lubricating, painting dan housekeeping Action												
COMPONENT Reservation Number: 0000383072												
Item	Material	Description	Qty	UoM	Op No	S. Loc	PR No	Recipient	Status			
TOOLS/SAFETY												
No	PRT No	Description	Qty	UoM								
PENGAMANAN (Perhatikan 5 langkah Keselamatan Kerja dan Gunakan Peralatan Keselamatan Kerja)												
Elektrik				Mekanik				Safety				
Langkah Pengamanan :				Langkah Pengamanan :				Note : APD lengkap				
SPV/SPT :				TTD SPV:				SPV/SPT/K3 Rep: Sunitr		TTD SPV: Z		
Tanggal :				Tanggal : 21/3/2024				Tanggla : 21/3/2024				
Aman Dikerjakan [Y N]				TTD SPT:				Aman Dikerjakan [Y N]		TTD SPT:		
Aman Dioperasikan [Y N]				Aman Dioperasikan [Y N]				LOTO [Y N]				

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 2 wawancara dengan teknisi

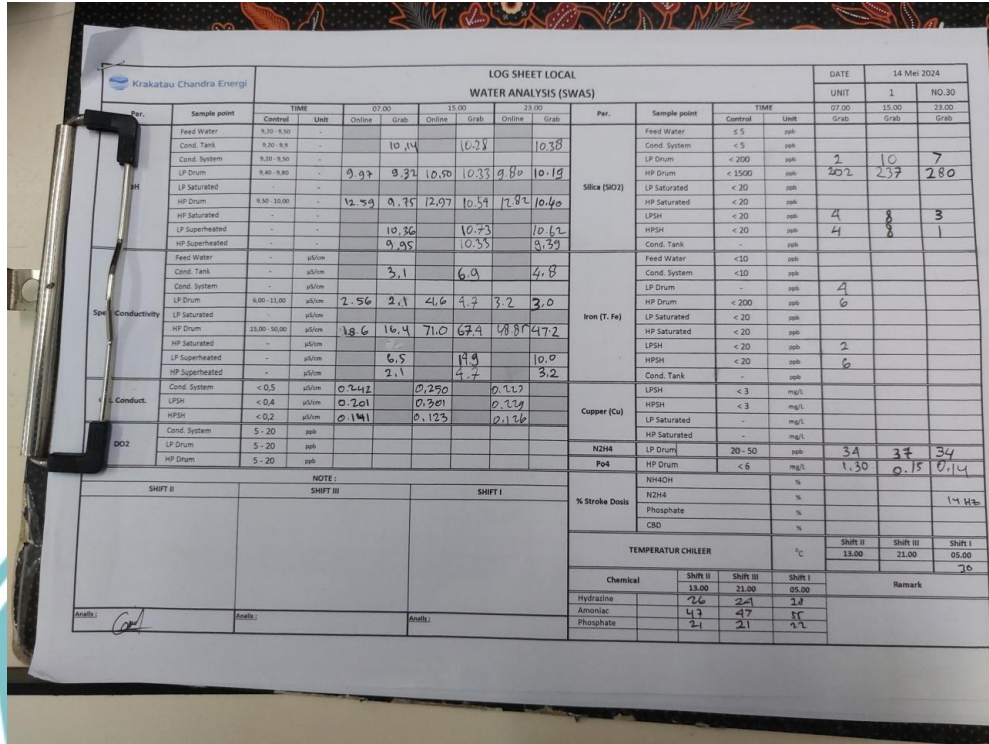


Lampiran 3 report kondisi air

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



LOG SHEET LOCAL WATER ANALYSIS (SWAS)										DATE 14 Mei 2024					
Par.	Sample point	TIME	07.00				15.00				UNIT				
			Online	Grab	Online	Grab	Online	Grab	07.00	15.00	23.00				
SI	Feed Water	9.30-9.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. Tank	9.30-9.30	-	-	10.14	6.23	-	-	10.38	-	-	-	-	-	
	Cond. System	9.30-9.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Drum	9.30-9.30	-	9.97	9.32	10.50	10.33	9.80	10.19	-	-	-	-	-	
	LP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Drum	9.30-10.00	-	12.59	9.75	12.07	10.54	12.84	10.40	-	-	-	-	-	
	HP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Superheated	-	-	-	10.36	-	10.73	-	10.62	-	-	-	-	-	
	HP Superheated	-	-	-	9.95	-	10.55	-	9.39	-	-	-	-	-	
	Cond. Tank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Spe	Feed Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. Tank	-	-	-	3.1	6.9	-	4.8	-	-	-	-	-	-	
	Cond. System	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Drum	8.00-13.00	-	2.56	2.1	4.6	4.7	3.2	3.0	-	-	-	-	-	
	LP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Drum	15.00-16.00	-	18.6	16.4	71.0	67.4	48.87	47.2	-	-	-	-	-	
	HP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Superheated	-	-	-	6.5	-	11.9	-	10.0	-	-	-	-	-	
	HP Superheated	-	-	-	2.1	-	4.7	-	3.2	-	-	-	-	-	
	Cond. System	< 0.5	µS/cm	0.244	-	0.250	-	0.117	-	-	-	-	-	-	
DO2	Cond. System	< 0.4	µS/cm	0.201	-	0.201	-	0.179	-	-	-	-	-	-	
	LP SH	< 0.2	µS/cm	0.141	-	0.125	-	0.126	-	-	-	-	-	-	
	Cond. System	5-20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Drum	5-20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Drum	5-20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Copper (Cu)	Cond. Tank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Cond. System	< 3	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		HP SH	< 3	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		LP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		HP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cond. Tank		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cond. System		< 10	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LP Drum		< 200	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LP Saturated		< 20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HP Saturated		< 20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Iron (T. Fe)	Cond. Tank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. System	< 3	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP SH	< 3	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. Tank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. System	< 10	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Drum	< 200	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Saturated	< 20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Saturated	< 20	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N2H4	Cond. Tank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. System	< 3	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP SH	< 3	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Saturated	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. Tank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cond. System	< 6	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LP Drum	20-50	ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HP Drum	< 6	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	% Stroke Dosis	NH4OH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N2H4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Phosphate		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14 Hct	
CBO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TEMPERATUR CHILIER		Shift II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Shift III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Shift I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chemical		Hydraline	13.00	21.00	05.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Amoniac	13.00	21.00	05.00	2.6	2.1	2.7	-	-	-	-	-	-	-
		Phosphate	13.00	21.00	05.00	4.1	4.7	3.8	-	-	-	-	-	-	-
	Phosphate	13.00	21.00	05.00	2.1	2.1	2.1	-	-	-	-	-	-	-	

Lampiran 4 manual book PT.KCE



© 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

