



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**STUDI KASUS PERBAIKAN KEBOCORAN *SHELL*
PADA *HEATER* DI PLTU LONTAR UNIT 4**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:
Aufa Dzakwan Athallah
NIM. 2202311076

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



STUDI KASUS PERBAIKAN KEBOCORAN *SHELL* PADA *HEATER* DI PLTU LONTAR UNIT 4

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Aufa Dzakwan Athallah

NIM. 2202311076

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KASUS PERBAIKAN KEBOCORAN *SHELL* PADA *HEATER* DI PLTU LONTAR UNIT 4

Oleh:

Aufa Dzakwan Athallah

NIM. 2202311076

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1 Tugas Akhir

Asep Apriana, S.T., M.Kom.

NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2 Tugas Akhir

Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd.

NIP. 199001112019031016

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.

NIP. 196306191990031002



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KASUS PERBAIKAN KEBOCORAN SHELL PADA HEATER DI PLTU LONTAR UNIT 4

Oleh:

Aufa Dzakwan Athallah

NIM. 2202311076

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal, 11 Juli 2025 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	Asep Apriana, S.T., M.Kom.	Ketua		11 Juli 2025
2	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.	Penguji 1		11 Juli 2025
3	Hamdi, S.T., M.Kom.	Penguji 2		11 Juli 2025

Depok, 11 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aufa Dzakwan Athallah

Nim : 2202311076

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang ditulis di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan jiplak (Plagiat) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat didalam laporan tugas akhir ini saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Tangerang Selatan, 11 juli 2025



Aufa Dzakwan Athallah

NIM. 2202311076



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 PERBAIKAN KEBOCORAN *SHELL* PADA *HEATER* DI PLTU LONTAR UNIT 4

Aufa Dzakwan Athallah¹⁾, Asep Apriana²⁾, Asep Yana Yusyama³⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: Aufa.Dzakwan.Athallah.tm22@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRAK

High Pressure Heater (HPH) merupakan komponen penting dalam sistem PLTU yang berfungsi memanaskan air umpan sebelum masuk ke *boiler*. *Shell* sebagai bagian utama HPH harus memiliki integritas struktural tinggi untuk menjamin efisiensi sistem. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penyebab kebocoran pada *shell* HPH di PLTU Lontar Unit 4 serta metode penanganannya. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara teknisi, dan inspeksi visual, kemudian dianalisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* dengan pendekatan *5-Why Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran terjadi akibat korosi internal dan pengelasan yang tidak sesuai standar, dengan retakan pada sambungan las sebagai titik lemah utama. Perbaikan dilakukan melalui metode penambalan menggunakan material sejenis dan proses pengelasan SMAW. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penyebab utama kebocoran adalah tidak diterapkannya SOP pengelasan secara konsisten. Proses penambalan terbukti efektif dalam menghentikan kebocoran dan mengembalikan kinerja HPH. Penelitian ini memberikan kontribusi sebagai referensi teknis untuk perawatan dan perbaikan komponen tekanan tinggi di sistem pembangkit listrik.

Kata kunci: Kebocoran, *shell*, *5Whys*, Perbaikan, penambalan



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 PERBAIKAN KEBOCORAN *SHELL* PADA *HEATER* DI PLTU LONTAR UNIT 4

Aufa Dzakwan Athallah¹⁾, Asep Apriana²⁾, Asep Yana Yusyama³⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
Email: Aufa.Dzakwan.Athallah.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

The High Pressure Heater (HPH) is a critical component in PLTU (Steam Power Plant) systems, functioning to preheat feedwater before entering the boiler. The shell, as the main part of the HPH, must maintain high structural integrity to ensure overall system efficiency. This study aims to identify the causes of leakage in the HPH shell at PLTU Lontar Unit 4 and determine the appropriate repair method. Data collection was carried out through field observations, technician interviews, and visual inspections, followed by analysis using the Root Cause Analysis method with the 5-Why approach. The results indicate that the leakage was caused by internal corrosion and substandard welding, with cracks in the weld joints identified as the main weak point. The repair was conducted using a patching method with similar material and SMAW welding process. The study concludes that the primary cause of leakage was the inconsistent application of welding standard operating procedures (SOP). The patching method proved effective in stopping the leakage and restoring HPH performance. This study contributes as a technical reference for the maintenance and repair of high-pressure components in power generation systems.

Keywords: Leak, Shell, 5Whys, Repair, patching



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Kasus Perbaikan Kebocoran *Shell* pada *Heater* di PLTU Lontar Unit 4”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

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

1. Bapak Dr. Eng. Ir Muslimin, S.T., M.T., IWE Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Budi Yuwono, S.T., Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
3. Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom. dan Bapak Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu dan memberikan arahan serta bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Bapak chanif, Selaku Pembimbing Industri Di PT PLN (Persero) yang Telah Memberikan Pengarahan, Pengajaran Dan Saran Sarannya Selama Melakukan Analisa yang ada Di pltu lontar
5. Rekan Rekan Karyawan Di PT PLN (Persero) yang tidak bisa Saya Sebutkan Satu Per Satu, Yang Telah Memberikan Ilmu Pengetahuan Dan Pengajaran Selama Saya Menjalankan Praktik On Job Training dan observasi dilapangan.
6. Kedua Orang Tua Saya Dan Keluarga Dekat Yang Telah Memberikan Doa, Keyakinan Dan Semangat Penuh Untuk Mendukung Saya.



© 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

Saya menyadari bahwa Makalah Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dalam penyusunan kalimat dan tata bahasa. Oleh karena itu, kami sangat menghargai kritik dan saran dari pembaca agar kami dapat memperbaiki kelemahan ini dan meningkatkan kualitas laporan kami di masa depan





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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir	4
1.6 Batasan Masalah	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Heat Exchanger</i>	7
2.2 Pengertian <i>High Pressure Heater</i>	8
2.3 <i>Shell And Tube</i>	9
2.4 Sistem Kerja Dari <i>High Pressure Heater</i>	10
2.5 Bentuk-bentuk pada Desain <i>Shell</i>	12



© 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

2.6	Zona Pada <i>High Pressure Heater</i>	14
2.7	Komponen-komponen Pada <i>High Pressure Heater</i>	15
2.8	<i>Root cause analysis</i>	17
2.9	Pengertian <i>5-Whys</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Diagram Alir Pengerjaan	20
3.2	Penjelasan Langkah Kerja	21
3.2.1	Identifikasi Masalah	21
3.2.2	Menentukan Judul TA.....	22
3.2.3	Studi Lapangan.....	22
3.2.4	Studi Literatur	22
3.2.5	Pengumpulan Data.....	22
3.2.6	Penyusunan Data	23
3.2.7	Kesimpulan	23
3.3	Metode Penelitian.....	23
3.3.1	Langkah-langkah Root Cause Analysis (RCA).....	24
3.3.2	5-Why Analysis.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Observasi.....	29
4.1.1	Kebocoran Dan Kerusakan <i>Shell</i>	29
4.2	Hasil Analisis.....	30
4.3	Penambalan <i>shell</i> pada <i>high pressure heater</i>	33
4.4	Perawatan Pada <i>Shell</i>	44
BAB V KESIMPULAN		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	47
5.2.1	Saran Untuk Perguruan Tinggi	47



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2.2 Saran Untuk Industri	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	51





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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Heat Exchanger	7
Gambar 2. 2 High Pressure Heater	8
Gambar 2. 3 shell and tube	9
Gambar 2. 4 Sistem kerja dari high pressure heater	11
Gambar 2. 5 Fixed Tube Sheet Heat Exchanger	12
Gambar 2. 6 U Tube Heat Exchanger	13
Gambar 2. 7 Zona pada high pressure heater	14
Gambar 2. 8 Komponen Pada Heater	15
Gambar 3. 1 Diagram alir	21
Gambar 3. 2 Flowchart RCA	26
Gambar 3. 3 Metode 5 why	27
Gambar 4. 1 Temperatur	29
Gambar 4. 2 Bocor pada sambungan las	30
Gambar 4. 3 Terjadinya keretakan pada dinding shell	32
Gambar 4. 4 Ukuran High Pressure Heater	34
Gambar 4. 5 Sebelum penambalan	34
Gambar 4. 6 Sesudah penambalan	35
Gambar 4. 7 Tanda peringatan	35
Gambar 4. 8 Cover body shell HPH	36
Gambar 4. 9 Inspeksi menggunakan alat jenis omniscan x3	36
Gambar 4. 10 Inspeksi menggunakan magnaflux	37
Gambar 4. 11 Ditemukan bagian yang retak	38
Gambar 4. 12 Gerinda kawat	38
Gambar 4. 13 Jenis elektroda Arc Gouging	39
Gambar 4. 14 Area keretakan yang sudah dipotong	39
Gambar 4. 15 Plat yang sudah dipotong	39
Gambar 4. 16 Pengelasan	40
Gambar 4. 17 Mesin las	40
Gambar 4. 18 Gas argon	40



© 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

Gambar 4. 19 Jenis elektroda SMAW.....	41
Gambar 4. 20 Elektroda GTAW	42
Gambar 4. 21 Kekuatan bahan pada shell.....	42
Gambar 4. 22 Jenis bahan pada shell	43
Gambar 4. 23 Spesifikasi preheat pada wps untuk media yang di las	43
Gambar 4. 24 Liquid Testing	43
Gambar 4. 25 Ultrasonic Flow	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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil analisis	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi HPH unit 3	51
Lampiran 2 WPS GTAW dan SMAW	52
Lampiran 3 Spesifikasi GTAW elektroda TG-S50	53
Lampiran 4 Spesifikasi SMAW elektroda E7018	53



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 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

PLTU Lontar unit 4 adalah salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang berada di Kabupaten Tangerang, Banten, dengan unit pembangkit berkapasitas masing-masing 315 MW. Listrik yang dihasilkan disalurkan melalui jaringan transmisi 150 kV ke Gardu Induk Teluk Naga dan Gardu Induk Tangerang untuk mendukung pasokan listrik di wilayah Jakarta, Tangerang, dan sekitarnya. Karena pembangkit ini beroperasi secara terus-menerus, diperlukan perbaikan pada komponen yang penting agar pembakaran tetap berfungsi dengan optimal. Salah satu komponen penting yang perlu diperhatikan adalah *high pressure heater*, karena kerusakan seperti kebocoran pada bagian *shell* dapat mengganggu proses pemanasan air bertekanan tinggi [1].

Pembangunan dan pengoperasian PLTU Lontar bertujuan untuk meningkatkan keandalan pasokan listrik serta mendukung pertumbuhan industri dan perekonomian di wilayah sekitarnya. PLTU Lontar berperan penting dalam memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, sektor industri, dan komersial, sehingga dapat mendorong perkembangan infrastruktur di wilayah Jawa bagian barat. Dalam pengoperasiannya, PLTU Lontar terus mengedepankan aspek efisiensi energi dan pengelolaan lingkungan, sesuai dengan regulasi yang ditetapkan oleh pemerintah. Upaya penerapan teknologi ramah lingkungan dan sistem kontrol emisi menjadi bagian dari strategi untuk meminimalkan dampak lingkungan akibat penggunaan bahan bakar batu bara.

Salah satu jenis alat penukar kalor yang banyak dipakai dalam industri pembangkit listrik adalah *High Pressure Heater*. *High Pressure Heater* (HPH) merupakan perangkat penukar panas antar dua fluida, yang dapat berfungsi untuk menaikkan suhu ataupun mengubah fasa salah satu fluida. Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), yang memanfaatkan uap sebagai

fluida utama, prinsip kerja penukar kalor sangat penting yang berfungsi untuk memanaskan air umpan sebelum masuk ke *boiler* [2].

Permasalahan yang sering terjadi pada *High Pressure Heater* adalah kebocoran pada *shell*, yang dapat disebabkan oleh beberapa masalah akibat pengoperasian jangka panjang, penurunan efisiensi pemanasan, dan bahkan gangguan pada sistem pembangkit secara keseluruhan. Akibatnya, proses pembangkitan uap menjadi tidak optimal dan dapat mengakibatkan *shutdown* unit secara mendadak, yang tentunya berdampak pada keandalan pasokan listrik serta menimbulkan kerugian ekonomi.

Shell merupakan bagian utama dari *High Pressure Heater* yang berfungsi sebagai wadah atau pembungkus luar tempat terjadinya proses pemanasan air dengan uap hasil ekstraksi turbin. *Shell* harus mampu menahan tekanan tinggi dan suhu panas secara kontinu, sehingga memerlukan material berkekuatan tinggi dan tahan terhadap korosi serta kelelahan termal. Kerusakan pada *shell*, seperti retak, di keretakan dapat memengaruhi kinerja HPH dan menyebabkan gangguan pada proses pemanasan air, yang berdampak langsung terhadap efisiensi dan keandalan sistem pembangkit.

Berdasarkan pentingnya fungsi HPH dalam sistem PLTU dan besarnya dampak yang ditimbulkan akibat kerusakannya, maka diperlukan analisis yang menyeluruh terkait penyebab kebocoran, dampaknya terhadap kinerja pembangkit, serta metode penanganan yang tepat. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan kajian lebih lanjut mengenai permasalahan ini, yang kemudian dirumuskan dalam karya tulis dengan judul “**Studi Kasus Perbaikan Kebocoran Shell pada Heater di PLTU Lontar Unit 4**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem kerja *High Pressure Heater* (HPH) ?
2. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada *shell High Pressure Heater* ?

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagaimana metode perbaikan yang tepat untuk mengatasi kebocoran pada *shell High Pressure Heater* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Memahami sistem kerja *High Pressure Heater* (HPH).
2. Mengidentifikasi faktor penyebab kebocoran pada *shell High Pressure Heater*.
3. Menentukan metode perbaikan yang tepat dalam menangani kebocoran *shell* pada *High Pressure Heater*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut :

a) Bagi peneliti :

1. Menambah pemahaman mendalam tentang cara kerja *High Pressure Heater* (HPH) sebagai alat penukar kalor di PLTU.
2. Memberikan pengalaman langsung dalam menganalisis penyebab kerusakan atau kebocoran pada komponen *shell* HPH berdasarkan data lapangan.
3. Mengembangkan kemampuan dalam merumuskan solusi teknis dan menentukan metode perbaikan yang efektif berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

b) Bagi industri :

1. Memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai referensi dalam mengevaluasi sistem kerja HPH, serta potensi risiko kebocoran yang bisa terjadi.
2. Membantu tim pemeliharaan dalam mengidentifikasi penyebab kebocoran lebih dini sehingga bisa dilakukan tindakan pencegahan.

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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Mendukung kegiatan kolaboratif antara industri dan pendidikan tinggi dalam pengembangan solusi teknis.

c) Bagi Politeknik Negeri Jakarta :

1. Menambah referensi penelitian terapan di bidang teknik mesin, khususnya yang berhubungan dengan pembangkit listrik tenaga uap.
2. Memberikan gambaran nyata kepada mahasiswa tentang permasalahan industri yang dapat dijadikan objek penelitian.
3. Mendukung terciptanya hubungan kemitraan yang baik antara institusi pendidikan dan dunia industri dalam upaya peningkatan kualitas lulusan.

1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir

Nama Perusahaan : PT PLN (Persero)
Alamat : Jl. Pluit Utara Raya No.2B, Pluit, Kec.
penjaringan, Jakarta Utara, Daerah khusus
Ibukota Jakarta 14450

1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini lebih terfokus dan tidak melebar ke luar lingkup pembahasan lain, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Objek yang dianalisis hanya pada komponen dinding *shell High Pressure Heater* (HPH), khususnya pada bagian cara penambalan dinding *shell* yang mengalami kebocoran.
2. Penyebab kegagalan akibat cacat pengelasan, seperti retakan (tidak ada perhitungan las).
3. Seluruh data yang digunakan merupakan dokumentasi internal perusahaan yang bersifat terbatas dan tidak dapat dipublikasikan secara detail.
4. Penyebab kebocoran pada *High Pressure Heater* dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA), dengan fokus

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pada kondisi lapangan dan wawancara operator.

5. Pembahasan tidak mencakup analisis dampak ekonomi atau *downtime* sistem pembangkit secara keseluruhan, hanya terbatas pada aspek teknis kerusakan dan perbaikannya.
6. Analisis kerusakan dibatasi pada penyebab kebocoran yang berasal dari cacat pengelasan, tanpa membahas perhitungan tegangan, desain ulang struktur *shell*, atau kerusakan pada komponen lain.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Untuk memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini, agar lebih jelas, maka dapat diuraikan pembahasan ini dalam beberapa bab, sebagai berikut :

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan dan yang membahas tentang latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan pembahasan masalah, lokasi objek tugas akhir, metode penyelesaian masalah, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan memuat teori-teori relevan yang digunakan sebagai dasar melakukan kajian pada topik permasalahan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metodologi yang membahas tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data dan teknik analisis data.



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan yang membahas penyelesaian masalah serta langkah langkah mengatasi dan memperbaiki kebocoran serta perbaikan *body shell*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang membahas dari seluruh hasil pembahasan. Isi kesimpulan harus menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir. Serta berisi saran yang berkaitan dengan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar referensi dalam penyusunan laporan tugas akhir.

LAMPIRAN

Berisi data-data untuk mendukung penyusunan laporan tugas akhir.

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan *Root Cause Analysis* yaitu menggunakan Metode 5-*Whys* penyebab terjadinya Kebocoran Pada *shell* pada *heater* dan perbaikannya serta perawatannya yaitu:

1. Sistem kerja *High Pressure Heater* (HPH) bekerja berdasarkan prinsip regeneratif dengan memanfaatkan uap hasil ekstraksi turbin yang mengalir di sisi *shell* untuk memanaskan air umpan di sisi *tube*. Berdasarkan data pengamatan, temperatur inlet uap pada *shell* tercatat sebesar 460,51 °C dan keluar pada 196,0 °C, sedangkan air umpan pada sisi *tube* masuk pada 190,4 °C dan keluar menjadi 214,6 °C. Proses ini membantu mengurangi beban pemanasan pada *boiler* dan meningkatkan efisiensi termal pembangkit.
2. Faktor penyebab kebocoran pada *shell* antara lain disebabkan oleh retakan pada sambungan las akibat penerapan prosedur pengelasan (SOP) yang tidak konsisten serta kurangnya inspeksi kualitas selama proses pengelasan. Retakan ini berkembang seiring tekanan kerja HPH yang mencapai 2046 kPa dan temperatur kerja tinggi, sehingga menyebabkan kegagalan sambungan pada titik-titik las. Akar masalah teridentifikasi melalui metode *Root Cause Analysis* dan 5-*Why Analysis*, yang menunjukkan bahwa tidak diterapkannya SOP menjadi penyebab utama.
3. Metode perbaikan yang tepat dalam menangani kebocoran *shell* pada *high pressure heater* harus didasarkan pada hasil inspeksi menyeluruh. Metode yang diterapkan untuk mengatasi kebocoran adalah penambalan (*patching*) menggunakan pelat baja SA-516 Gr.70 material yang sama dengan *shell* dan proses pengelasan SMAW dengan elektroda E7018. Proses ini dilakukan setelah area kerusakan dibersihkan dan diuji menggunakan metode *liquid penetrant* dan *ultrasonic flaw detector*. *Shell* dirancang untuk

menahan tekanan desain hingga 2800 kPa dan telah berhasil diuji hingga 4200 kPa, sehingga dengan metode *patching* yang tepat, kebocoran berhasil dihentikan dan sistem kembali beroperasi dengan aman.

5.2 Saran

Dalam menyelesaikan tugas akhir, terdapat beberapa saran yang dapat diterapkan guna meningkatkan efektivitas, kualitas, dan hasil akhir yang memuaskan bagi peneliti, perusahaan dan juga saran yang memajukan untuk perguruan tinggi. Berikut adalah beberapa saran yaitu:

5.2.1 Saran Untuk Perguruan Tinggi

1. Diharapkan institusi terus mendukung penelitian terapan yang berfokus pada permasalahan aktual di dunia industri, terutama pada sektor pembangkit listrik.
2. Perlu dilakukan kerja sama riset antara dosen, mahasiswa, dan industri dalam bentuk magang, studi kasus lapangan, atau proyek akhir, sehingga hasil penelitian benar-benar aplikatif dan berdampak.
3. Penambahan fasilitas laboratorium atau simulasi penukar kalor di lingkungan kampus akan sangat membantu mahasiswa memahami sistem kerja HPH.

5.2.2 Saran Untuk Industri

1. Perlu dilakukan pemantauan berkala terhadap kondisi *shell* HPH melalui inspeksi visual dan *non-destruktif* (NDT), guna mendeteksi dini potensi kebocoran.
2. Sistem pencatatan dan dokumentasi historis kerusakan serta perbaikan HPH perlu ditingkatkan, agar analisis penyebab dapat dilakukan lebih akurat untuk mencegah kejadian serupa.
3. Pelatihan berkala bagi tim pemeliharaan mengenai metode perbaikan terbaru dan teknik preventive maintenance sangat penting untuk menjaga efisiensi operasional HPH.

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 mengumunkan 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 PUSTAKA

- [1] D. Fauzan, I. Akbar Darmawan, J. Raya Palka NoKm, and K. Cipocok Jaya, "PREVENTIVE MAINTENANCE KONTROL INSTRUMEN MOTOR C-7 BELT CONVEYOR DI PT INDONESIA POWER PLTU BANTEN 3 LONTAR OMU," 2022.
- [2] L. H. Lumbantobing and J. Sutrisno, "Analisis Efektivitas High Pressure Heater Unit 1 Pltu Pangkalan Susu Operation and Maintenance," *SINERGI POLMED J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 54–61, 2021, doi: 10.51510/sinergipolmed.v2i2.29.
- [3] P. Studi, T. Mesin, U. Medan, and A. R. Ea, "RANCANGAN OIL COOLER TYPE SHELL AND TUBE PADA KENDARAAN MITSUBISHI KHUSUSNYA COLT DIESEL 120 PS," 2008.
- [4] A. Aqila, N. Safitri, and Suprihardi, "Analisis Kerja High Pressure Heater Tipe Shell and Tube Heat Exchanger di PLTU PT. PLN Nusantara Power UPK Nagan Raya 2 X 110 MW," *J. Tektro*, vol. 7, no. 2, pp. 225–233, 2023.
- [5] A. Reind, Frans P, "ANALISIS EFISIENSI EFEKTIF HIGH PRESSURE HEATER (HPH) TIPE VERTIKAL U SHAPE DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP AMURANG UNIT 1 , *Neuropsychology*, vol. 3" : no. 8, pp. 85–102, 2017, [Online]. Available http://clpsy.journals.pnu.ac.ir/article_3887.html
- [6] A. Nabhan, "LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN ANALISIS PERFORMA HIGH PRESSURE HEATER 1 UNIT 1 PT PLN INDONESIA POWER PLTU UBP BANTEN 2 LABUAN," *Ayan*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [7] S. Sujono, A. K. Dewi, T. S. Soegiarto, X. Xu, and M. D. Sumption, "Simulation and Study of Shell and Tube Type Heat Exchangers Notice of Redundant Publication Notice of Redundant Publication : Simulation and Study of Shell and Tube Type Heat Exchangers (IOP Conf . Ser .: Mater .)"2020.
- [8] Aziz Masyhuri, Angky Puspawan, and Agus Suandi, "Analisa Efektivitas Heat Exchanger Oil Cooler Sebelum Dan Sesudah Maintenance," *Rekayasa*

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

- Mek., vol. 6, no. 1, pp. 23–30, 2022, doi: 10.33369/rekayasamekanika.v6i1.25453.
- [9] Raharja Puja Gustika, Ignatius Riyadi Mardiyanto, and I. Indriyani, “Analisis Efektivitas High Pressure Heater (HPH) 7 PT. Z,” *J. Surya Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 400–405, 2024, doi: 10.37859/jst.v11i1.7329.
- [10] R. Gumelar, “U-tube Heat Exchanger,” scribd. Accessed: Jun. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/527812847/Shell-and-Tube-Heat-Exchanger>
- [11] M. Bakrie and M. Fatimura, “Optimalisasi Rancangan Shell-Dan-Tube Heat Exchagers (Tinjauan Literatur),” *J. Redoks*, vol. 5, no. 2, p. 116, 2020, doi: 10.31851/redoks.v5i2.4992.
- [12] A. Andriansyah, “Shell & Tube Heat Exchanger – Best Practice Design,” scribd. Accessed: Jun. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/527812847/Shell-and-Tube-Heat-Exchanger>
- [13] S. P. Rizaldi, E. Naryono, and R. R. Effendi, “EVALUASI KINERJA ALAT LOW PRESSURE HEATER PT PLN NUSANTARA POWER UP TANJUNG AWAR-AWAR,” vol. 10, no. 9, pp. 628–640, 2024.
- [14] A. Budhiyanto, “Re-Design High Pressure Heater (Hph) 4 Pt . Pjb Up Gresik Menggunakan Analisa Re-Design High Pressure Heater (Hph) 4 of Pt . Pjb Up Gresik Using Thermodynamics and Heat Transfer Analysis,” 2015.
- [15] D. Redantan, “Mengevaluasi Penyebab Material Shortage Dengan Menggunakan Metode Root Cause Analysis (Rca) Di Pt. Rms,” *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 099–106, 2023, doi: 10.33373/profis.v11i1.5447.
- [16] E. Wirawan and Minto, “Penerapan Metode PDCA dan 5 Why Analysis pada WTP Section di PT Kebun Tebu Mas,” *J. Penelit. Bid. Inov. Pengelolaan Ind.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–10, 2021, doi: 10.33752/invantri.v1i01.1825.
- [17] A. Adyatama and N. U. Handayani, “Perbaikan Kualitas Menggunakan Prinsip Kaizen Dan 5 Why Analysis: Studi Kasus Pada Painting Shop

Karawang Plant 1, Pt Toyota Motor Manufacturing Indonesia,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 3, p. 169, 2018, doi: 10.14710/jati.13.3.169-176.

- [18] Soegiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. 2011.
- [19] M. R. Rifaldy, “BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64,” *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2019.
- [20] I. Irhami and T. M. A. Pandria, “Analisis Penyebab Low Level Raw Water Menggunakan 5 – Why Analysis dan Fishbone di WTP PT. PLN UPK Nagan Raya,” *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 3, pp. 3414–3420, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i3.4413.
- [21] “09.SKM-WPS-058_GTAW+SMAW_P4 to P5A_ASME.pdf, (2019).”
- [22] Bebon Steel, “ASTM A516 Gr. 70 Properties (A516 Grade 70 Steel Datasheet),” 2021, [Online]. Available: https://www.bebonchina.com/v3/bebon-show/news/astm-a516-gr-70-properties-a516-grade-70-steel-datasheet_1222.html

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi HPH unit 3

Guarantee Condition

FEEDWATER HEATER SPECIFICATION SHEET

Customer	Black & Veatch	Date	11-Jul-16
Engineer/ Consultant		Cust Ident. No.	40LAD30AC001
Address		Mfg Ident. No.	
Plant Name	Lontar Extension Coal Fired Power Plant, Unit 4	Proposal No.	16087F
Plant Location	INDONESIA	Job No.	T116-2203
1. Service of Unit	High Pressure Feedwater Heater No. 3	Item No.	
2. Size (mm)	1473 x 8230	Type	U-Tubes
3. Surface Per Shell	Effective	1073	Sq. M
4. No. of Shells per Unit	1	No. of Units	1
		Position	Horizontal
PERFORMANCE OF ONE SHELL			
Shell Side		Tube Side	
5. Fluid Circulating	Steam	Drains	Feedwater
6. Total Fluid Entering	Kg/Hr	31,248	132,013
7.			890,111
8. Inlet Enthalpy	Kj/Kg	3379.9	945.5
9. Outlet Enthalpy	Kj/Kg		823.6
10. Inlet Temperature	Deg. C	460.51	(213.5 SAT.)
11. Outlet Temperature	Deg. C		834.6
12. Operating Pressure	Kpaa	2046	220.2
13. Number of Passes		3 Zones	196.0
14. Velocity	M/Sec		2
15. Pressure Drop	Kpa	DSH	1.6
		DC	13.1
			2.43 @ 202.5
			80.7
	Heat Exchanged Watts	Surface Sq. M Effective	LMTD Deg. C
16. Desuperheating Zone	4,246,014	87	108.8
17. Condensing Zone	18,393,435	811	8.3
18. Drain Subcooling Zone	3,535,024	175	11.2
			1806
			TTD -1.1
			DCA 5.6
CONSTRUCTION-EACH SHELL			
Shell Side		Tube Side	
19. Design Pressure	Kpa g	2800.00 /FV	3501.5.00 /FV
20. Test Pressure	Kpa g	4200	52523
21. Design Temperature (Max)	Deg. C	Shell	240.0
22. Tubes Notes 1	(U's)	1353	O.D. 15.875
23. Shell	SA 516-70	I.D.	1473
24. Shell Cover	SA 516-70	Thickness	25.000
25. Channel	SA 516-70	Channel Cover	SA 387-11-2
26. Tubesheet	SA 350 LF2	Overlay	SA 350 LF2
27. Support Plates	SA 516-70	Air Baffle	Stainless Steel
28. Shrouds	DSH	SA-387-11-2	DC
29. Type Joints	Shell Side	Welded	Tube Side
30. Gasket	Shell	None	Channel
31. Connections	Steam-Inlet	200 mm	(W.E.)
32.	Drains-Outlet	250 mm	(W.E.)
33.	Feedwater-Inlet	400 mm	(W.E.)
34. Code Requirements	ASME SEC. VIII DIV. 1	Heat Exchange Institute	
35. Weights	Shell and Bundle	44,905	Bundle 35,380
36. Accessories	Shell Relief Valve	Yes	Tube Side Relief Valve
37.	Shell Gage Glass	Yes	Yes
38. Method of Tube Attachment	Welded & Expanded		
39. Remarks:	(1)	Tube Material: SA688-TP304	
40.	(2)	Total number of tubes (1353) includes 3% (43) spares	
41.	(3)	Channel Type: Hemispherical Head	
42.	(4)	5 rows (264 tubes) at 2.92 mm Avg. thickness	

Lampiran 2 WPS pengelasan GTAW dan SMAW

* FILLER METALS (QW-404)

AWS No. Classification

Spec. No (SFA)

F-No.

A-No.

Size of Filler Metals

Filler Metal Product Form

Supplemental Filler Metal

Weld Metal

Deposited Thickness :

Groove
Fillet

Electrode-Flux Class

Flux Type

Flux Trade Name

Consumable Insert

Other

GTAW	SMAW
ER 90S-B3	E 9018-B3
5.28	5.5
6	4
4	4
1.6-2.4 mm	2.6 mm - 3.2 mm
Solid	Covered Electrode
None	None
Max. 26 mm	Max. 200 mm
All Sizes	All Sizes
N/A	N A
Not Used	N A
N/A	N A
None	N.A
Kobelco or equivalent	Bohler or equivalent

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Spesifikasi GTAW elektroda TG-S50

Parameter	Spesifikasi TG-S50 (ER70S-G)
Spesifikasi	ER70S-G (Kobelco TG-S50)
Standar	AWS A5.18 / SFA 5.18
Jenis	Kawat las padat (solid wire) untuk GTAW/GMAW
Komposisi Kimia (maks)	C: 0.10%, Mn: 1.60%, Si: 0.85%, S: 0.015%, P: 0.025%
Kekuatan Tarik Minimum	≥ 580 MPa
Batas Luluh Minimum	≥ 480 MPa
Elongasi	≥ 33%
Impact Toughness	180 J @ -29°C
Diameter Umum	1.6 mm, 2.4 mm
Gas Pelindung (GTAW)	100% Argon
Aplikasi	Pengelasan baja karbon dan low alloy tekanan tinggi

Lampiran 4 Spesifikasi SMAW elektroda E7018

Parameter	Spesifikasi E7018 (SMAW)
Spesifikasi	E7018 (Contoh: Kobelco LB-52-18)
Standar	AWS A5.1 / SFA 5.1
Jenis	Elektroda berselaput (covered electrode) untuk SMAW
Komposisi Kimia (maks)	C: 0.12%, Mn: 1.60%, Si: 0.75%, S: 0.035%, P: 0.035%
Kekuatan Tarik Minimum	≥ 490 MPa
Batas Luluh Minimum	≥ 400 MPa
Elongasi	≥ 22%
Impact Toughness	≥ 27 J @ -30°C
Diameter Umum	2.6 mm, 3.2 mm
Arus Pengelasan	AC / DC+
Aplikasi	Pengelasan baja karbon dan tekanan tinggi

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta