



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 KERUSAKAN *TUBE HIGH PRESSURE HEATER #3 BOILER* UNIT 4 PLTU LONTAR BANTEN 3.

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Pengusul:

Satrya Akmal Budiman
NIM. 2202311101

PROGRAM STUDI DIII 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**STUDI KASUS KERUSAKAN *TUBE HIGH PRESSURE*
HEATER #3 BOILER UNIT 4 PLTU LONTAR BANTEN**

3

Oleh:

Satrya Akmal Budiman

NIM. 2202311101

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Kepala Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002

Drs., Nugroho Eko S, Dipl.Ing., MT
NIP. 196512131992031001



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

**STUDI KASUS KERUSAKAN *TUBE HIGH PRESSURE HEATER #3 BOILER* UNIT 4 PLTU
LONTAR BANTEN 3**

Oleh:

Satrya Akmal Budiman

NIM. 2202311101

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal, 25 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	Drs., Nugroho Eko S, Dipl.Ing.,MT NIP. 196512131992031001	Ketua		25/07/25
2	Fajar Mulyana, S.T., M.T. NIP. 197805222011011003	Penguji I		25/07/25
3	Ir. Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Penguji II		25/07/25

Depok, 25 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 mengumumkan 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 : Satrya Akmal Budiman

Nim : 2202311101

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.

Jakarta, 25 Juli 2025



Satrya Akmal Budiman

NIM. 2202311101



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 KERUSAKAN *TUBE HIGH PRESSURE HEATER #3 BOILER* UNIT 4 PLTU LONTAR BANTEN 3

Satrya Akmal Budiman¹⁾, Nugroho Eko Setijogiar²⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: Satrya.Akmal.budiman.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

High pressure heater (HPH) merupakan salah satu aplikasi dari *Heat exchanger*, *HPH* salah satu komponen vital dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berperan dalam memanaskan air umpan sebelum masuk ke *boiler*. Salah satu bagian kritis dari *HPH* adalah *tube*, yang bekerja dalam kondisi tekanan dan suhu tinggi secara terus-menerus. Ketika terjadi kebocoran pada *tube*, proses pemanasan menjadi tidak efisien dan dapat mengganggu stabilitas operasi pembangkit. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama kebocoran pada *tube HPH* di PLTU Lontar Unit 4 serta mengevaluasi metode perbaikannya. Dalam penelitian ini, tahap yang dilakukan adalah mengumpulkan data tentang studi kasus kebocoran *tube* pada *High pressure heater (HPH)*. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi langsung di lapangan, wawancara dengan teknisi yang menangani unit, serta dokumentasi hasil inspeksi visual. Analisis dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dengan pendekatan *5-Whys Analysis*, untuk menggali akar permasalahan secara sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran terjadi akibat adanya tekanan termal berlebih akibat suhu air umpan yang melebihi ambang batas operasional, yaitu 220°C. Selain itu, kurangnya pengawasan dan tidak diterapkannya program pemeliharaan *preventif* turut memperparah kondisi *tube* hingga menyebabkan keretakan. Solusi yang diusulkan adalah melakukan *plugging* pada *tube* yang rusak dan menguatkan kembali pengawasan pemeliharaan berkala terhadap suhu inlet serta program perawatan *preventif* dan *predictive* untuk mencegah terjadinya kasus di masa mendatang.

Kata kunci : Kebocoran, *Tube*, *Heat exchanger*, *5Whys*, *Root Cause Analysis*, Perbaikan



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 KERUSAKAN *TUBE HIGH PRESSURE HEATER #3 BOILER* UNIT 4 PLTU LONTAR BANTEN 3

Satrya Akmal Budiman¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto²⁾

¹⁾ Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: Satrya.Akmal.budiman.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

High pressure heater (HPH) is one of the applications of Heat exchanger, HPH is one of the vital components in the Steam Power Plant (PLTU) system that plays a role in heating the feed water before it enters the boiler. One of the critical parts of the HPH is the tube, which works under conditions of High Pressure and temperature continuously. When a leak occurs in the tube, the heating process becomes inefficient and can disrupt the stability of the plant's operation. This study aims to identify the main causes of leaks in the HPH tube at PLTU Lontar Unit 4 and evaluate repair methods. In this study, the steps taken were to collect data on case studies of tube leaks in the High pressure heater (HPH). Data collection methods used included direct observation in the field, interviews with technicians who handled the unit, and documentation of visual inspection results. The analysis was carried out using the Root Cause Analysis (RCA) method with a 5-Whys Analysis approach to systematically explore the root cause of the problem. The results showed that the leak occurred due to excessive thermal pressure due to the feed water temperature exceeding the operational threshold, which is 220°C. Furthermore, a lack of oversight and the failure to implement a preventive maintenance program exacerbated the tube's condition, leading to cracks. The proposed solution is to plug the damaged tube and strengthen regular maintenance monitoring of inlet temperatures, as well as a preventive and predictive maintenance program to prevent future incidents.

Keywords: Leak, Heat exchanger, Tube, 5Whys, Root Cause Analysis, Repair



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 kerusakan *tube high pressure heater* #3 boiler unit 4 PLTU Lontar Banten 3. 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 Drs. Nugroho Eko Setijogiarto., Dipl.Ing., M.T. 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 UPP JBB 1 Yang Telah Memberikan Pengarahan, Pengajaran Dan Saran Sarannya Selama Melakukan Analisa yang ada Di PLTU Lontar Banten 3
5. Rekan Rekan Karyawan Di PT. PLN UPP JBB 1 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 :

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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar belakang	2
1.1 Rumusan Masalah	5
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Manfaat Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Heat exchanger	8
2.2 Pengertian High pressure heater	9
2.3 Shell And Tube	10
2.4 Sistem Kerja Dari High pressure heater	11
2.5 Bentuk Karakteristik Desain shell and tube exchanger	12
2.6 Zona Utama dalam High pressure heater	14
2.7 Komponen Komponen Pada High pressure heater	16
2.8 Pengertian Maintenance	19



© 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

2.8.1 Jenis-Jenis <i>Maintenance</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Diagram Alir Pengerjaan	22
3.2 Penjelasan Langkah Kerja	23
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	23
3.2.2 Menentukan Judul TA	24
3.2.3 Studi Lapangan	24
3.2.4 Studi Literatur	24
3.2.5 Pengumpulan Data	25
3.2.6 Penyusunan Data.....	25
3.2.7 Kesimpulan	26
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.3.1 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	27
3.3.2 Langkah-langkah dalam Melakukan <i>Root Cause Analysis</i>	28
3.3.3 <i>5-Why Analysis</i>	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Observasi	32
4.1.1 Kebocoran Dan Kerusakan <i>Tube</i>	33
4.2 Hasil Analisis <i>5whys</i>	34
4.3 Perbaikan <i>tube</i> pada <i>High pressure heater</i>	38
4.4 Perawatan pada <i>Tube</i>	45
BAB V KESIMPULAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50



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 <i>heat exchanger</i>	8
Gambar 2. 2 Gambar <i>high pressure heater</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Shell And Tube Bundle</i>	10
Gambar 2. 4 cara kerja sistem <i>high pressure heter</i>	11
Gambar 2. 5 <i>Fixed Tube Sheet Heat exchanger</i>	13
Gambar 2. 6 <i>U Tube Heat exchanger</i>	14
Gambar 2. 7 Zona utama pada <i>High pressure heater</i>	15
Gambar 2. 8 komponen utama pada <i>High pressure heater</i>	17
Gambar 3. 1 diagram penulisan tugas akhir	23
Gambar 3. 2 Metode 5 <i>why</i>	30
Gambar 4. 1 <i>temperature shell and tube</i>	32
Gambar 4. 2 jenis dan bahan material pada <i>tube</i>	32
Gambar 4. 3 kebocoran <i>tube</i> pada <i>high pressure heater</i>	34
Gambar 4. 4 Kebocoran <i>tube</i> yang terjadi di area <i>desuperheating zone</i>	36
Gambar 4. 5 Kekuatan bahan pada <i>tube</i> dan <i>temperature max</i> dari <i>tube side</i>	36
Gambar 4. 6 Spesifikasi ukuran dari <i>high pressure heater</i>	38
Gambar 4. 7 tanda peringatan yang dipasang pada sistem <i>HPH</i>	39
Gambar 4. 8 cover manhole dari <i>HPH</i>	39
Gambar 4. 9 Identifikasi kebocoran menggunakan <i>Ultrasonic flaw detector</i>	40
Gambar 4. 10 lokasi kebocoran pada <i>inlet tube</i>	41
Gambar 4. 11 spesifikasi standar maksimal jumlah <i>plugging</i> pada <i>tube</i>	41
Gambar 4. 12 proses <i>explosive weld plug</i>	42
Gambar 4. 13 material <i>plugging</i> nickel 200	42
Gambar 4. 14 proses <i>plugging</i> dengan <i>controlled detonation</i>	43
Gambar 4. 15 penyemprotan cleaner pada <i>inlet tube</i>	44
Gambar 4. 16 penyemprotan penetrant pada <i>inlet tube</i>	44
Gambar 4. 17 penyemprotan developer pada <i>inlet tube</i>	45
Gambar 4. 18 penyemprot yang digunakan jenis <i>magnaflux</i>	45



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 4. 1 Hasil analisis	35
---------------------------------	----



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi <i>HPH</i> unit 3	54
--	----



© 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 menggunakan 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 Uap (PLTU) Lontar Unit 4 yang berlokasi di Desa Lontar, Provinsi Banten. Proyek PLTU Lontar Unit 4 memiliki kapasitas 1×315 MW dan Energi listrik yang dihasilkan dari unit ini akan dievakuasi melalui sistem transmisi 150 kV yang menghubungkan ke Tangerang, Teluk Naga, serta Lontar, dan didistribusikan untuk mencukupi kebutuhan pelanggan di wilayah Banten, DKI Jakarta, dan sekitarnya. dikerjakan sejak April 2016 dengan skema *EPC (Engineering, Procurement, and Construction)* di bawah tanggung jawab PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Jawa Bagian Barat. PLTU ini mengusung teknologi *super critical* yang lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan teknologi *sub-critical* konvensional, serta menggunakan bahan bakar *low rank coal* (batubara kalori rendah). Penggunaan teknologi *super critical* yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi termal pembangkit sekaligus mengurangi emisi gas buang. Salah satu komponen penting yang perlu diperhatikan adalah *High pressure heater*, karena kerusakan seperti kebocoran pada bagian *tube* terjadi penurunan efisiensi dan keandalan sistem pembangkit listrik tenaga uap [1].

Salah satu upaya peningkatan efisiensi tersebut dilakukan dengan memanfaatkan kembali energi panas dari uap bekas melalui sistem regeneratif, salah satunya dengan menggunakan alat penukar kalor berupa *High pressure heater (HPH)*. *HPH* adalah salah satu tipe *heat exchanger* yang umum digunakan di industri pembangkitan tenaga listrik, yang berfungsi untuk mentransfer panas dari uap ekstraksi turbin ke air umpan (*feedwater*) sebelum masuk ke *boiler*. Dengan memanaskan air umpan, *HPH* mampu mengurangi kebutuhan energi dari *boiler* serta mencegah terjadinya *shock termal* akibat perbedaan temperatur yang ekstrem antara air dingin dan permukaan pemanas dalam *boiler* [2]. Mengingat pentingnya dan besarnya manfaat dari

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



pembahasan ini, maka penyusun tertarik membahas kebocoran *tube* pada *High pressure heater*

Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada *HPH* adalah kebocoran pada *Tube*, terutama akibat pengoperasian jangka panjang di bawah tekanan dan temperatur tinggi. Kebocoran *Tube* dapat terjadi akibat kelelahan material, dan korosif, yang menyebabkan dinding pipa menipis dan akhirnya pecah. Masalah ini tidak hanya menurunkan kinerja pemanas, tetapi juga dapat menyebabkan terganggunya proses pemanasan air umpan secara keseluruhan.

Tube merupakan komponen inti dari *High pressure heater* yang berfungsi sebagai media perpindahan panas antara uap ekstraksi dari turbin (di sisi *shell*) dan air umpan (di sisi *tube*). Air umpan mengalir di dalam *tube* dan dipanaskan secara tidak langsung oleh uap yang mengalir di luar sisi *tube*. Oleh karena itu, *tube* harus memiliki konduktivitas termal yang baik, tahan terhadap tekanan fluida dari dalam, serta mampu menahan beban suhu tinggi secara terus-menerus selama operasi [3].

Menurut kajian literatur yang telah penulis baca, salah satu masalah yang mengganggu efisiensi sistem termal di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah kebocoran *Tube* pada *High pressure heater (HPH)*. Dengan mempertahankan suhu dan tekanan tinggi secara berkelanjutan, *Tube* mengalami korosif, erosi, dan keausan, menyebabkan kerusakan pada siklus termal. Salah satu penelitian menyebutkan bahwa penipisan dinding *tube* akibat *flow-accelerated corrosion (FAC)* berkontribusi besar terhadap kebocoran pada unit pemanas yang menyebabkan gangguan pemanasan *feedwater* dan langsung menurunkan efisiensi keseluruhan pembangkit [1]. Kebocoran semacam itu dapat mengakibatkan sebagian uap bocor yang bercampur dengan *feedwater*, mengganggu tekanan dan mengakibatkan kontaminasi yang dapat memicu penghentian unit secara mendadak. Untuk itu, dilakukan monitoring secara non-destruktif (*NDT*), seperti *Ultrasonic* dan *Dye Penetrant test*, yang harus dilakukan secara dini untuk mengantisipasi masalah [4].

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

Kebocoran pada *Tube HPH* dapat mengakibatkan campurnya uap dengan air umpan, sehingga menyebabkan kontaminasi, penurunan efisiensi perpindahan panas, dan peningkatan beban pada sistem pengolahan air. Dampak lanjutan dari kondisi ini adalah turunnya efisiensi pembangkitan uap dan potensi kerusakan peralatan turunan seperti *boiler* atau turbin. Bahkan, dalam kondisi yang lebih parah, kebocoran *Tube* dapat menyebabkan *shutdown* mendadak pada unit pembangkit, mengganggu keandalan sistem kelistrikan, serta menimbulkan kerugian finansial akibat waktu henti operasional yang tidak direncanakan. Maka dari itu, deteksi dini dan perawatan berkala terhadap *tube HPH* menjadi sangat penting untuk menjamin kelangsungan dan keandalan operasi PLTU [5].

Dalam studi kasus ini, kebocoran *tube* terjadi pada *HPH* Unit #3 PLTU Lontar *extension* Unit 4. Berdasarkan hasil inspeksi visual dan pengujian *Non-Destructive Testing (NDT)*, ditemukan kerusakan berupa kebocoran dinding *tube* pada area atau zona *desuperheating zone*, yang disebabkan oleh suhu air umpan yang tinggi dan melebihi batas maksimum. dan kualitas air umpan yang tidak optimal. Perbaikan dilakukan dengan metode *plugging*, yaitu menutup *tube* yang bocor tanpa melepas seluruh *bundle*. Metode ini dipilih karena lebih efisien, cepat, dan sesuai dengan standar *ASME (American Society of Mechanical Engineers)* [4].

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Root Cause Analysis (RCA)* yang dikombinasikan dengan pendekatan *5 Why*. *RCA* merupakan suatu metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan, sehingga solusi yang diambil dapat mengatasi sumber masalah secara langsung, bukan hanya menangani gejalanya. Dalam konteks penelitian ini, *RCA* digunakan untuk menganalisis penyebab utama kebocoran pada *tube High pressure heater (HPH)* berdasarkan data hasil inspeksi lapangan dan studi literatur yang relevan terkait kasus kerusakan *HPH*.

Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama kerusakan atau kebocoran *tube* pada *High pressure heater* menggunakan pendekatan *Root Cause Analysis (RCA)* serta mengevaluasi



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

efektivitas metode *plugging* serta merancang metode perbaikan yang efektif, yang kemudian dirumuskan dalam karya tulis dengan judul “Studi Kasus Kerusakan *Tube High pressure heater* #3 Boiler unit 4 PLTU Lontar Banten 3”.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana cara kerja sistem *High pressure heater*
2. Faktor Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kebocoran *tube* pada *High pressure heater*
3. Bagaimana prosedur dan metode perbaikan yang tepat untuk mengatasi kebocoran *tube* pada *High pressure heater*

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kinerja sistem kerja *High pressure heater*
2. Untuk mengidentifikasi penyebab utama kebocoran *tube* pada *High pressure heater*.
3. Untuk mengevaluasi efektifitas metode perbaikan yang tepat dalam mengatasi kebocoran *tube* pada *High pressure heater*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut:

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



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

1.5 Batasan Masalah

1. Objek yang dianalisis hanya pada komponen *tube High pressure heater (HPH)*, khususnya pada bagian cara melakukan *plugging tube* yang mengalami kebocoran.
2. Penyebab kebocoran temperatur suhu yang melebihi batas, seperti kebocoran tanpa membahas perhitungan tegangan, desain ulang struktur *tube*, atau kerusakan pada komponen lain. (tidak mencakup pada analisis perhitungan)
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 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.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Untuk memudahkan penyelesaian dalam penyusunan tugas akhir ini, agar dapat lebih jelas dan mudah dimengerti, maka dapat diuraikan pembahasan- 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.



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 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.

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.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan *Root Cause Analysis* yaitu menggunakan Metode 5-*Whys* penyebab terjadinya Kebocoran *tube* pada *High pressure 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*, dan 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 terjadinya kebocoran *Tube* pada *High pressure heater* disebabkan oleh *temperature* pada aliran fluida yang melewati batas maksimum yang dapat diterima oleh *tube* yaitu sebesar 220°C, yang menyebabkan kebocoran pada *tube*, Akar masalah teridentifikasi melalui metode *Root Cause Analysis* dan 5-*Whys*, yang menunjukkan permasalahan dari kejadian ini adalah kelalaian teknis dalam pengawasan pemeliharaan berkala terhadap suhu, serta tidaknya diterapkan program pemeliharaan *preventif* dan *predictive* secara konsisten, bahwa tidak diterapkannya SOP menjadi penyebab utama.
3. Metode perbaikan yang tepat dalam menangani kebocoran *tube* pada *High pressure heater* harus didasarkan pada hasil inspeksi menyeluruh. Metode yang digunakan adalah *explosive welded plug*, material *plug* yang digunakan adalah *nickel 200* Proses ini dilakukan setelah area

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



kerusakan dibersihkan dan diuji menggunakan metode *liquid penetrant* dan *ultrasonic flaw detector*. ambang batas toleransi *plug* pada *tube*, yaitu maksimum 3% dari total *tube* (≤ 43 *tube*). Jika jumlah *tube* bocor tidak melebihi batas tersebut, proses *plugging* dapat dilanjutkan.

5.2 Saran

Dalam menyelesaikan tugas akhir, terdapat beberapa saran yang dapat diterapkan guna meningkatkan efektivitas, kualitas, dan hasil akhir yang. Berikut adalah beberapa saran yaitu :

1. Penting bagi industri pembangkitan listrik untuk melaksanakan inspeksi rutin terhadap *tube HPH*, baik secara visual maupun non-destruktif (NDT), guna mendeteksi potensi kebocoran akibat tekanan termal atau korosi sejak dini. Metode seperti *ultrasonic flaw detection* atau *eddy current testing* sebaiknya digunakan secara berkala.
2. Sistem dokumentasi dan pencatatan historis terhadap kondisi *tube*, metode perbaikan yang dilakukan, serta data suhu dan tekanan operasional perlu diperkuat sebagai basis analisis dalam perencanaan pemeliharaan *preventif* dan *predictive* di masa mendatang.
3. Pelatihan dan peningkatan kapasitas teknis bagi tenaga pemeliharaan sangat penting. Program pelatihan sebaiknya meliputi teknik inspeksi modern, prosedur *plugging*, serta analisis akar penyebab kegagalan *tube* untuk meningkatkan kesiapan teknisi dalam menangani gangguan tanpa menurunkan keandalan 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 menggunakan 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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. B. Dinh, J. M. Yu, K. B. Yoon, C. Park, and S. Ryu, “*Plugging* criteria for thinned high-pressure feedwater heater *tubes* considering pressure and thermal loading †,” vol. 32, no. 12, pp. 5637–5645, 2018, doi: 10.1007/s12206-018-1110-z.
- [2] H. B. P. Parapa, “Dampak Perubahan Parameter Closed Feedwater Heater terhadap Heat Rate Losses pada PLTU Kapasitas 110 MW,” *Cyclotr. J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2021.
- [3] S. Manavalan, J. Manikandan, and S. Nakkeeran, “Failure *analysis* in high pressure feed water heaters and method to find the defect in *tubes*,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 6 Special Issue 2, pp. 593–599, 2019, doi: 10.35940/ijeat.F1176.0886S219.
- [4] T. Endramawan and A. Sifa, “Non Destructive Test Dye Penetrant and Ultrasonic on Welding SMAW Butt Joint with Acceptance Criteria ASME Standard,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 306, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/306/1/012122.
- [5] A. Nurfitriani, Belyamin, and Fachruddin, “Analisis Performa *High pressure heater (HPH)* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU),” *Pros. Semin. Nas. Tenik Mesin Politek. Negeri Jakarta*, no. January, pp. 1190–1198, 2019.
- [6] H. Gaikwad, A. Kole, and R. Patil, “Design of *High pressure heater* to Enhance Efficiency of *Boiler* by Method of Regenerative Heating,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, no. July, pp. 4830–4835, 2020, [Online]. Available: www.irjet.net
- [7] S. Untoro, N. R. Ismail, A. Farid, and P. Suwandono, “Analisa Effisiensi



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

Pltu Paiton Ketika *High pressure heater (HPH 7)* Inservice Dan Outservice,” *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 5, no. 01, pp. 07–12, 2022, doi: 10.33795/jetm.v5i01.113.

- [8] 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.
- [9] Aziz Masyhuri, Angky Puspawan, and Agus Suandi, “Analisa Efektivitas *Heat exchanger Oil Cooler* Sebelum Dan Sesudah Maintenance,” *Rekayasa Mek.*, vol. 6, no. 1, pp. 23–30, 2022, doi: 10.33369/rekayasamekanika.v6i1.25453.
- [10] R. Mukherjee, “Practical Thermal Design of Sheel-and-*Tube Heat exchangers*,” 2019.
- [11] D. Maheshwari and K. Trivedi, “Experimental Investigation of U-tube *heat exchanger* using Plain tube and Corrugated tube,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 5, p. 6, 2016, [Online]. Available: www.irjet.net
- [12] A. G. Safitra, S. P. Energi, D. T. Mekanika, D. Ener, and A. A. Id, “Analisa Pengaruh Bentuk Pada Zona Desuperheating *High pressure heater*,” vol. 14, no. 1, p. 11, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm>
- [13] R. R. Janter Pangaduan Simanjuntak*, Bisrul Hapis Tambunan, Junifa Layla Sihombing, “Thermal Design Approach of a Shell and *Tube Heat exchanger* for Pyrolysis-Vapor Condensations,” Scientific.Net Publisher in Materials Science & Engineering. [Online]. Available: <https://www.scientific.net/AST.126.51>



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

- [14] R. Nadig, "Improvements in the performance of a Subcooling zone in a Feedwater heater with dual end plate design with water seal in between," *Am. Soc. Mech. Eng. Power Div. POWER*, vol. 2015-Janua, pp. 1–7, 2015, doi: 10.1115/POWER201549418.
- [15] M. R. Dwi, H. Tanujaya, and S. Darmawan, "Analisis Kinerja *Heat exchanger* Tipe Shell and Tube Dengan Modifikasi Baffle," *J. Tek. Mesin*, vol. 19 (02), pp. 73–82, 2024.
- [16] N. Muslih, B. Ahmad, and N. Wirda, "Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri," *Bul. Utama Tek.*, vol. 16, pp. 248–252, 2021.
- [17] K. P. Widiatmika, *Beck, Cheryl Tatano _ Polit, Denise F. - Essentials of nursing research_ appraising evidence for nursing practice (2018, Wolters Kluwer) - libgen.li*, vol. 16, no. 2. 2015.
- [18] M. Ahmad and S. Wilkins, "Purposive sampling in qualitative research: a framework for the entire journey," *Qual. Quant.*, vol. 59, no. 2, pp. 1461–1479, 2025, doi: 10.1007/s11135-024-02022-5.
- [19] 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.
- [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] P. Zacharias, H. Garnito, and T. Wahyono, "Uji Tanpa Rusak Pada



© 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

Sambungan Lasan Liner Kolam Iradiator Gamma,” *Prima*, vol. 13, no. 2, pp. 1–11, 2016.





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi HPH unit 3

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

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	Prepared By	A.S.	
3. Surface Per Shell	Effective	1073	Sq. M	Total	1162	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		890.111	
7.						
8. Inlet Enthalpy	Kj/Kg	3379.9	945.5		823.6	
9. Outlet Enthalpy	Kj/Kg		834.6		929.4	
10. Inlet Temperature	Deg. C	460.51	(213.5 SAT.)		220.2	
11. Outlet Temperature	Deg. C		196.0		214.6	
12. Operating Pressure	Kpaa	2046			29500	
13. Number of Passes			3 Zones		2 Pass	
14. Velocity	M/Sec				2.43 @ 202.5 Deg. C	
15. Pressure Drop	Kpa	DSH	1.6	DC	13.1	80.7
	Heat Exchanged Watts	Surface Sq. M Effective	LMTD Deg. C	Transfer Rate W/ Sq. M * Deg. C	Baffle Spacing mm	Reference Temperature Differences
16. Desuperheating Zone	4,246,014	87	108.8	449		
17. Condensing Zone	18,393,435	811	8.3	2720	TTD	-1.1 Deg. C
18. Drain Subcooling Zone	3,535,024	175	11.2	1806	DCA	5.6 Deg. C
CONSTRUCTION-EACH SHELL						
Shell Side				Tube Side		
19. Design Pressure	Kpa g	2800.00 /EV		35015.00 /EV		
20. Test Pressure	Kpa g	4200		52523		
21. Design Temperature (Max)	Deg. C	Shell	240.0 Skirt	497.1	260.0	
22. Tubes Notes 1	(U's)	1353	O.D.	15.875	Avg.	2.718
23. Shell	SA 516-70	LD	1473	Thickness	25.000	Pitch 20.6375 Triangular
24. Shell Cover	SA 516-70			Shell Skirt	SA-387-11-2	Thickness 32.000
25. Channel	SA 516-70			Channel Cover	SA 350 LF2	
26. Tubesheet	SA 350 LF2			Overlay	Stainless Steel	
27. Support Plates	SA 516-70	Air Baffle	Stainless Steel	Zone Baffle	SA 516-70	
28. Shrouds	DSH SA-387-11-2	DC	SA 516-70	Impingement Baffles	SS 304	
29. Type Joints	Shell Side	Welded	Tube Side		Bolted	
30. Gasket	Shell	None	Channel		Diaphragm Pl.	
31. Connections	Steam-Inlet	200 mm (W.E.)	Drains- Inlets		200 mm (W.E.)	
32.	Drains-Outlet	250 mm (W.E.)	Emergency Drains Outlet		250 mm (W.E.)	
33.	Feedwater-Inlet	400 mm (W.E.)	-Outlet		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	Flooded 57,606 Kgs
36. Accessories	Shell Relief Valve	Yes	Tube Side Relief Valve		Yes	
37.	Shell Gage Glass	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				