

**ANALISIS KEGAGALAN PIPA *EMBEDDED* PADA
PLTU TE 3X10 MW
PT. Bukit Energi Servis Terpadu (PT. BEST)**

LAPORAN SKRIPSI



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi Dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

Oleh:

**Kiagus Muhammad Rizky Khadafi
061940210242**

**POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
PALEMBANG
2023**

**FAILURE ANALYSIS OF EMBEDDED PIPELINES ON
PLTU TE 3X10 MW
PT. Bukit Energi Servis Terpadu (PT. BEST)**

THESIS REPORT



**Submitted To Meet The Requirements To Complete Education
Mechanical Engineering Production And Maintenance Study Program
Mechanical Engineering Department**

By

**Kiagus Muhammad Rizky Khadafi
061940210242**

**STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2023**

**ANALISIS KEGAGALAN PIPA *EMBEDDED* PADA
PLTU TE 3X10 MW
PT. Bukit Energi Servis Terpadu (BEST)**



LAPORAN SKRIPSI


**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proposal Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

Pembimbing Utama



**Feneria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001**

Pembimbing Pendamping



**Hendradinata, S.T., M.T
NIP.1986031020190311016**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Ir. Sairul Efendi, M.T.
NIP. 1963091219890310054**





HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI

Laporan Skripsi Ini Diajukan Oleh

Nama : Kiagus Muhammad Rizky Khadafi
Nim : 061940210242
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi Dan Perawatan
Rencana Judul : **Analisis Kegagalan Pipa *Embedded* Pada PLTU TE 3x10MwPt. Bukit Energi Servis Terpadu (PT. BEST)**

Telah selesai diuji dalam Sidang Skripsi Sarjana Terapan dihadapan Tim Penguji pada tanggal 10 Agustus 2023 dan diterima untuk dilanjutkan menjadi Skripsi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik negeri Sriwijaya

TIM PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Hendradinata, S.T.,M.T.	Ketua		20/8 23
2.	Karmin, S.T., M.T.	Anggota		23/8/23
3.	Ahmad Zamheri, S.T., M.T.	Anggota		23/8 23
4.	Ella Sundari, S.T., M.T.	Anggota		23/8/2023

Palembang Agustus 2023
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sairul Effendi, M.T
NIP. 19 630912 1989031005†

ABSTRAK

ANALISIS KEGAGALAN PIPA *EMBEDDED* PADA PLTU TE 3X10 MW PT. Bukit Energi Servis Terpadu (PT. BEST)

Kiagus Muhammad Rizky Khadafi

Pembangkit listrik tenaga uap merupakan pembangkit listrik yang paling banyak digunakan. Salah satu kerusakan pada pembangkit listrik tenaga uap adalah pipa Memerbaiki kebocoran pada pipa *boiler* membutuhkan banyak waktu dan biaya perawatan yang tinggi. karena itu kerusakan pipa pada boiler harus segera diperbaiki dan dicegah, agar tidak terjadi. perlu diketahui penyebab kebocoran pipa *boiler*. Pengujian yang dilakukan juga meliputi pengamatan struktur mikro, uji tarik dan hasil *thicness*. Dimana terjadinya suatu kebocoran itu dikarenakan kurangnya ketahanan suatu material dalam menahan *pressure* fluida dan penipisan ketebalan, maka pada penelitian ini menggunakan pengujian struktur mikro untuk mengetahui kandungan suatu material. Maka dari hasil pengujian didapatkan kandungan *perlit* tertinggi adalah sampel pipa *embedded* yang bocor sedangkan yang tidak bocor lebih rendah. Dikarenakan Pipa *embedded* yang bocor mengalami korosi, termal fatigue dan suhu tinggi menyebabkan perubahan struktur mikro. Maka dari hasil pengujian yang didapat *perlit* pipa yang bocor 48% dan pipa yang tidak bocor 31,5%, sedangkan hasil dari ferrite pipa yang bocor 43.5% dan pipa yang tidak bocor 35%.maka pipa yang bocor tingkat Pada struktur mikro sampel pipa *embedded* yang tidak bocor didapatkan hasil kandungan perlit sebesar 31,5 % sedangkan kandungan *ferrit* didapatkan sebesar 35%, maka dapat disimpulkan kandungan baja tersebut bersifat lunak dan didapatkan nilai *gran size* atau butiran fasa struktur mikro sebesar 7,24071, Pada struktur mikro sampel pipa *embedded* yang bocor mempunyai kandungan *perlit* sebesar 48 % lebih tinggi kandungan *perlit*, dibandingkan kandungan *ferrit* lebih rendah dari *perlit* dengan nilai 43.5 % sehingga baja tersebut mempunyai tingkat kekerasan yang cukup tinggi, yang disebabkan oleh *perlit*, dan didapatkan nilai *gran size* atau butiran fasa struktur mikro sebesar 5,9039, Sedangkan hasil Dari data yang dihasilkan pengujian Tarik Pipa yang tidak bocor memiliki modulus elastisitas sebesar 2828,916 MPa dengan Elongation 15,50 %. Sedangkan pipa yang bocor memiliki modulus elastisitas sebesar 2333,556 MPa dengan Elongation 19.60 %.

Kata kunci: analisis kegagalan, uji metalografi, uji Tarik, pipa *embedded*

ABSTRACT

FAILURE ANALYSIS OF EMBEDDED PIPELINES ON PLTU TE 3X10 MW PT. Bukit Energi Servis Terpadu (PT. BEST)

Kiagus Muhammad Rizky Khadafi

Steam power plants are the most widely used power plants. One of the defects in a steam power plant is pipes. Repairing leaks in boiler pipes requires a lot of time and high maintenance costs. because of that pipe damage to the boiler must be repaired and prevented immediately, so that it doesn't happen. it is necessary to know the cause of boiler pipe leaks. The tests carried out also included observing the microstructure, tensile tests and thickness results. Where the occurrence of a leak is due to the lack of resistance of a material in resisting fluid pressure and thinning thickness, so in this study using microstructure testing to determine the content of a material. So from the test results it was found that the highest pearlite content was in the embedded pipe samples which leaked while those that did not leak were lower. Because leaky embedded pipes experience corrosion, thermal fatigue and high temperatures causing changes in the microstructure. So from the test results obtained perlite pipes that leak 48% and pipes that don't leak 31.5%, while the results of ferrite pipes that leak 43.5% and pipes that don't leak 35%. which did not leak, the pearlite content was 31.5% while the ferrite content was 35%, it can be concluded that the steel content is soft and the gran size or microstructure phase grain value is 7.24071. In the microstructure of the embedded pipe sample leak has a pearlite content of 48% higher pearlite content, compared to a lower ferrite content than pearlite with a value of 43.5% so that the steel has a fairly high level of hardness, which is caused by pearlite, and a gran size value or microstructure phase grain is obtained of 5 .9039, while the results from the data generated by the Pipe Tensile test that does not leak have an elasticity modulus of 2828.916 MPa with an Elongation of 15.50%. Meanwhile, the leaky pipe has a modulus of elasticity of 2333.556 MPa with an elongation of 19.60%.

Keywords: failure analysis, metallographic test, Tensile test, embedded pipe

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : kiagus muhammad rizky khadafi
NIM : 061940210242
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana judul : **ANALISIS KEGAGALAN pipa embedded pada pltu
TE 3x10 MW PT BEST**

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan didampingi oleh tim dosen pembimbing dan **bukan hasil penjiplakan/plagiat**. Apabila dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan /plagiat dalam skripsi yang saya buat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari politeknik negeri sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dala keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Juli 2023



Kgs M Rizky Khadafi
NIM. 061940211904

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Salam sejahtera untuk kita semua

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Proposal/Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya

Selama penyusunan Proposal/Laporan Tugas Akhir ini mendapatkan banyak bimbingan serta bantuan dari awal sampai selesai dari berbagai pihak untuk itu, dari ketulusan hati penulisan menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan yang Maha Esa, karena dengan izinnya dapat menyelesaikan rangkaian kegiatan kerja praktek dan menyusun Proposal/Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Orangtua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan secara moral dan materi serta nasihat sehingga Proposal/Laporan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan lancar.
3. Bapak Ir. Sairul Effendi, S.T.,M.T., selaku ketua jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Ibu Ella Sundari, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi D-IV TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Fenoria Putri, S.T.,M.T., selaku Pembimbing utama Proposal/Laporan Tugas Akhir
6. Bapak Hendradinata, S.T.,M.T., selaku pembimbing pendamping Proposal/Laporan Tugas Akhir
7. Sahabat-sahabatku tercinta semua yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang kita lalui bersama

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah menjadi *support system* tidak bisa dijelaskan satu persatu. Akhir kata, menyampaikan permohonan maaf atas kesalahan yang terdapat dalam Proposal/Laporan Tugas Akhir. Semoga laporan ini dapat menjadi bahan pembelajaran khususnya bagi penulis, umumnya bagi pembaca dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi dunia Industri maupun Pendidikan di Indonesia.

Terimakasih

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang , juli2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat Penelitian	2
1.3. Rumusan Dan Batasan Masalah	3
1.3.1 Rumusan Masalah	3
1.3.2 Batasan Masalah	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	5
2.2 Komponen Utama PLTU	6
2.2.1 <i>Boiler</i>	6
2.2.2 Turbin Uap.....	6
2.2.3 Kondensor.....	6
2.2.4 Generator	7
2.3 Unit Boiler Pada PLTU 3X10 MW Unit Tanjung Enim.....	7
2.4 Pipa <i>Embedded</i>	8
2.5 Material yang digunakan.....	8
1.6 Kegagalan Pada Pipa Boiler.....	9
2.6.1 Korosi	10
2.6.2 Erosi	10
2.6.3 Korosi Erosi	11
2.7 Konsep Dasar Analisa Kegagalan	11
2.7.1 Uji Metalografi (struktur mikro)	12
2.7.2 Uji Tarik Mulur (Elastisitas)	13
2.7.3 Uji <i>Thicness</i>	14
2.8 Diagram Fasa	14

2.9	Kajian Pustaka	14
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1	Diagram Alir	19
3.2	Objek Penelitian	21
3.3	Metode Pengambilan Sampel	21
3.3.1	Spesimen	21
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian	22
3.5	Metode Pengumpulan Data	22
3.6	Metode Penelitian	23
3.7	Metode Analisis Data	23
3.7.1	Pengujian <i>Thicness</i>	24
3.7.2	Pengujian Metalografi	24
3.7.3	Pengujian Tarik Mulur	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
1.1	Pengamatan Visual	26
1.2	Analisa pipa	27
1.2.1	<i>Overheating</i>	27
1.2.2	<i>Erosion</i>	28
1.2.3	<i>Stress Corrosion Cracking (SCC)</i>	29
1.2.4	<i>Corrosion Fatigue</i>	29
1.2.5	<i>Oxygen pitting</i>	29
1.3	Hasil Pengukuran <i>Thickness</i>	30
1.4	Pengujian Metalografi	31
1.4.1	Hasil Struktur Mikro Pipa <i>embedded</i> tidak bocor	32
1.4.2	Hasil Struktur Mikro Pipa <i>embedded</i> bocor	33
1.4.3	Pembahasan uji metalografi	35
1.5	Pengujian Tarik	36
1.5.1	Hasil data sampel pipa tidak bocor	36
1.5.2	Hasil data sampel pipa bocor	38
1.5.3	pembahasan pengujian Tarik	39
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Konversi Energi Pada PLTU	5
Gambar 2.2 <i>Boiler</i> CFB	7
Gambar 2.3 kotak kotak pembantu perhitungan	12
Gambar 3.1 diagram alir penelitian	20
Gambar 3.2 PLTU 3X10 MW TE.....	21
Gambar 3.3 Sampel Pipa Bocor.....	22
Gambar 4.1 Sampel Pipa Bocor	26
Gambar 4.2 sampel pipa <i>embedded</i>	27
Gambar 4.3 Hasil Struktur Mikro Pemebsaran 200x Pipa Tidak Bocor.....	32
Gambar 4.4 Perhitungan Struktur Mikro Pembesaran 200x Tidak Bocor	32
Gambar 4.5 Hasil Struktur Mikro Pemebsaran 200x Pipa Bocor	33
Gambar 4.5 Perhitungan Struktur Mikro Pembesaran 200x Bocor	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 spesifikasi boiler CFB PLTU	8
Tabel 2.2 Data Operasional <i>Embedded</i>	8
Tabel 2.3 Spesifikasi Pipa	9
Tabel 2.4 Jenis Jenis Kegagalan Pipa	9
Tabel 3.1 Hasil Pengujian <i>Thickness</i>	24
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Metalografi	24
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Tarik Mulur	25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran <i>Thickness</i>	29
Tabel 4.2 Grafik Metalografi	35
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik Sempel Pipa Tidak Bocor	36
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tarik Sempel Bocor	37

DAFTAR SIMBOL

LT	: Keliling Lingkaran
P	: Total Jumlah Butiran
M	: Perbesaran Mikroskop
G	: Gran Size atau Ukuran Butir Fasa
E	: Regangan
ΔL	: Perubahan ukuran panjang (mm)
L	: Panjang Awal (mm)
σ	: Tegangan (N/m^2)
F	: Gaya Tarik (N)
A	: Luas Penampang (mm^2)