



Y A Y A S A N P E R G U R U A N C I K I N I  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640 Telp. (021) 727 0090, 787 4645, 787 4647 Fax. (021) 786 6955  
<http://www.istn.ac.id> E-mail: rektorat@istn.ac.id

**SURAT PENUGASAN DAN PENUNJUKAN**  
**DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

Nomor : 146/03.1-Gsm/X/2019

Sehubungan dengan pelaksanaan bimbingan Skripsi/Tugas Akhir mahasiswa semester Ganjil Tahun Akademik 2019/2020, berdasarkan hasil evaluasi seminar proposal Skripsi oleh dosen pengarah Program Studi Teknik Mesin Strata Satu Fakultas Teknologi Industri pada hari Jumat tanggal 11 Oktober 2019. Bersama ini kami menugaskan dan menetapkan dosen yang namanya tersebut dibawah sebagai Dosen Pembimbing Skripsi mahasiswa tersebut adalah sebagai berikut:

NO	PEMBIMBING	NIM	NAMA MAHASISWA	JUDUL TUGAS AKHIR
1	Prof. Dr. Ir. D. N. Adnyana, APU	16210502	Fachri Hadjar	Analisis Struktur Dan Sifat Mekanis Pipa Carbon Steel ASTM A-106 GR B Terhadap Umur Pemakaian Di PT.X

Demikian surat penugasan ini, untuk dapat di laksanakan sebagaimana mestinya dan penuh tanggung jawab.

Jakarta, 24 Oktober 2019  
Ka. Prodi Teknik Mesin,

**Ir. Ucok Mulyo Sugeng. MT**

Tembusan :  
1. Arsip

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fachri Hadjar

NPM : 16210502

Program Studi : Teknik Mesin S1 ISTN

Judul Proyek Akhir : ANALISI STRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS PIPA CARBON STEEL ASTM A 106 GR B TERHADAP UMUR PEMAKAIAN DI PT X

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **SARJANA TEKNIK** pada Program Studi **TEKNIK MESIN S1 ISTN** fakultas **TEKNOLOGI INDUSTRI**, Institut Sains dan Teknologi Nasional.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. D.N Adnyana (.....)

Penguji : Ir. Komarudin, MT (.....)

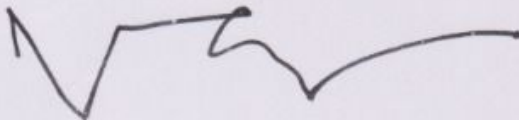
Penguji : Ir. Rifki Dermawan, MT (.....)

Penguji : Ir. Ucok Mulyo Sugeng, MT (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 28 Februari 2020

Kepala Program Studi Teknik Mesin S1



(Ir. Ucok Mulyo Sugeng, MT)



**ANALISIS STRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS PIPA CARBON  
STEEL ASTM A-106 GR B TERHADAP UMUR PEMAKAIAN  
DI PT X  
SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Strata Satu (S1)**

**Disusun oleh :**

**NAMA : Fachri Hadjar**

**NIM : 16210502**

**Konsentrasi : Metalurgi dan Pengolahan Bahan**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL  
JAKARTA  
JANUARI 2020**

BAB 3	
Metodelogi Penelitian.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Persiapan Sampel.....	26
3.3 Tahapan Pengujian Benda Uji .....	26
3.3.1 <i>Chemical Composition Test</i> .....	26
3.3.2 <i>Metalografi Test</i> .....	28
3.3.3 <i>Hardness Test</i> .....	33
3.3.4 <i>Tensile Test</i> .....	35
BAB 4	
Pembahasan.....	38
4.1 Hasil Analisis Uji Komposisi Kimia.....	38
4.2 Hasil Analisis <i>Metalografi</i> .....	38
4.3 Hasil Analisis Kekerasan.....	45
4.4 Hasil Uji Tarik Pada Suhu 300° C.....	48
4.5 Estimasi Umur Pemakaian Berdasarkan ASME BPVC.....	49
4.6 Estimasi Umur Pemakaian Berdasarkan Hasil Uji Tarik 300° C.....	50
BAB 5	
Kesimpulan.....	53
Daftar Pustaka.....	54

## DAFTAR ISI

Halaman Pernyataan Orisinilitas.....	i
Halaman Pernyataan Non-Plagiat.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Skripsi.....	vii
Abstrak Indonesia.....	viii
Abstrak Inggris.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Asistensi.....	xvi
BAB 1	
Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

## BAB 2

Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Teori Dasar Pipa .....	5
2.2 Jenis Pipa.....	5
2.3 Baja.....	6
2.4 Klasifikasi Baja Berdasarkan Komposisi Kimia.....	8
2.5 Pengaruh Unsur Paduan Baja.....	10
2.6 Diagram Kesetimbangan Fase Fe-Fe <sub>3</sub> C.....	12
2.6.1 Ferit ( $\alpha$ ).....	14
2.6.2 Perlit ( $\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ ).....	14
2.6.3 Cementit/Carbida ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ).....	14
2.6.4 Austenit ( $\gamma$ ).....	15
2.6.5 Besi ( $\delta$ ).....	15
2.7 Sifat-sifat Mekanis.....	15
2.7.1 Metalografi.....	15
2.7.2 Komposisi Kimia.....	16
2.7.3 Kekerasan.....	16
2.7.4 Kekuatan Tarik.....	21
2.8 Analisis Umur Pemakaian.....	23

## ABSTRAK

Nama : Fachri Hadjar  
Program Study : Teknik Mesin S1  
Judul Skripsi : ANALIS STRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS PIPA  
BAJA CARBON STEEL ASTM A 106 GR B TERHADAP  
UMUR PEMAKAIAN DI PT X

Tulisan ini menyajikan penelitian metalurgi yang dilakukan pada sejumlah pipa uap bertekanan tinggi pada sebuah pabrik yang baru dibangun untuk menyalurkan uap bertekanan tinggi dari sebuah ketel uap menuju ke pabrik pengolahan minyak ke-lapa sawit. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa keterpaduan material pipa uap memiliki kesesuaian dengan spesifikasi dan kehandalan yang diinginkan. Disamping itu, tujuannya juga ada-lah untuk memperkirakan umur layan pipa uap tersebut. Pengujian metalurgi dilakukan dengan mempersiapkan sejumlah benda uji yang diambil dari tiga potongan pipa uap yang diterima, yaitu meliputi : analisa kimia, uji metalografi dan uji kekerasan serta uji tarik pada suhu 300 °C. Disamping itu, analisa umur juga dibuat menggunakan persamaan yang diambil dari ASME Boiler dan BPVC (*pressure vessel code*) dan dari data standar API 530. Hasil pengujian metalurgi yang diperoleh menunjukkan bahwa pipa uap bertekanan tinggi yang dibuat dari material ASTM A-106 Gr. B seluruhnya dalam kondisi baik, baik dari segi struktur mikro maupun dari segi sifat mekanis. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pada struktur mikro tidak diketemukan adanya cacat yang berarti, dan seluruh (ke tiga) pipa uap yang di uji tersebut diperkirakan dalam keadaan siap untuk dioperasikan. Pada tekanan operasi 70 bar(g) dan temperatur operasi maksimum 300 °C yang direncanakan, diperkirakan bahwa pipa uap tersebut dapat memberikan umur desain hingga 25 tahun atau lebih dengan laju korosi 0,2 - 0,3mm/tahun.

**Kata Kunci:** Ketel uap, pengujian metalurgi dan analisa umur, pipa uap bertekanan tinggi