

**ANALISA PERBANDINGAN KEKUATAN MATERIAL PADA ANCHOR
BOLT UNTUK PERBAIKAN PONDASI CHIMNEY BOILER TAKUMA N
1000 KAPASITAS 35 TON UAP/JAM**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Tjut Nyak Dhien

Oleh :

**MUHAMMAD RIDHO YULLAH TANJUNG
NPM : 2329136001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TJUT NYAK DHEN
MEDAN
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Judul Skripsi

“ANALISA PERBANDINGAN KEKUATAN MATERIAL PADA ANCHOR BOLT UNTUK PERBAIKAN PONDASI CHIMNEY BOILER TAKUMA N 1000 KAPASITAS 35 TON UAP/JAM”

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Progran Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Tjut Nyak Dhien adalah benar merupakan hasil karya penulis sendiri.

Adapun pengutipan-pengutipan yang penulis lakukan pada bagian-bagian tertentu dari hasil karya orang lain dalam penulisan skripsi ini, telah penulis cantumkan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan seluruh bagian skripsi ini bukan hasil karya penulis sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, penulis bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang penulis sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.



Medan, 31 Agustus 2024

Penulis,

M Ridho Yullah Tanjung

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

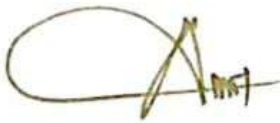
**ANALISA PERBANDINGAN KEKUATAN MATERIAL PADA ANCHOR
BOLT UNTUK PERBAIKAN PONDASI CHIMNEY BOILER TAKUMA N
1000 KAPASITAS 35 TON UAP/JAM**

Oleh:

M RIDHO YULLAH TANJUNG

NIM : 2329136001

Pembimbing I



Supriadi, S.T., M.T.
NIDN: 0109088102

Pembimbing II



Tomi Abdillah, S.T., M.T.
NIDN: 0105127701

Diketahui,

Kaprodi Teknik Mesin



Supriadi, S.T., M.T.
NIDN: 0109088102

Dekan,



Syafriwel, S.T., M.T., IPP.
NIDN : 0121128304

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TJUT NYAK DHIEN**

MEDAN

2024

ABSTRAK

M Ridho Yullah Tanjung. 2329136001 ANALISA PERBANDINGAN KEKUATAN MATERIAL PADA ANCHOR BOLT UNTUK PERBAIKAN PONDASI CHIMNEY BOILER TAKUMA N 1000 KAPASITAS 35 TON UAP/JAM.

Ketel uap (Boiler) adalah mesin konversi energi untuk merubah air menjadi uap dengan cara pemanasan. Untuk menghasilkan uap (steam) air dipanaskan oleh pembakaran bahan bakar pada ruang bakar ketel uap. Proses pembakaran cangkang dan serabut sebagai bahan bakar ketel uap menghasilkan asap maka agar proses pembakaran bahan bakar tidak terganggu asap dan udara panas disalurkan ke cerobong asap keluar menjadi udara bebas. Spesifikasi cerobong asap (chimney) pada Pabrik kelapa sawit PT. XYZ memiliki tinggi 26 meter, diameter 2,1 meter dan terbuat dari plat baja. Lambat laun cerobong asap mengalami korosi akibat umur material maka penulis melakukan penelitian untuk tindakan preventif maintenance tanpa harus membongkar seluruh pondasi cerobong dengan cara menyambung anchor bolt. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental kualitatif dengan melakukan kekuatan uji tarik Baja BJTP280 anchor bolt di laboratorium logam Universitas Sumatera Utara. Material anchor bolt adalah besi baja dengan diameter 21 mm dan panjang 404 mm. Ada 9 buah specimen benda kerja Anchor bolt dengan perincian sebagai berikut : 3 *Anchor bolt* tanpa perlakuan las, 3 Anchor bolt dengan perlakuan las dan 3 *Anchor bolt* dengan menggunakan Stiffener. Dari hasil uji tarik (*tensile test*) didapat hasil kekuatan material anchor bolt tanpa perlakuan las dengan gaya maksimum 180 kN dengan hasil tegangan luluh 443,30 Mpa dan regangan 27 %. Sementara untuk material *anchor bolt* dengan perlakuan las dengan gaya maksimum 175 kN dengan hasil tegangan luluh 331,63 Mpa dan regangan 8,5 %. Dan untuk material anchor bolt dengan perlakuan Stiffener dengan gaya maksimum 183 kN dengan tegangan luluh 336,26 Mpa dan regangan 13,5 %. Kesimpulannya dari 9 benda uji yang dilakukan uji tarik anchor bolt paling kuat adalah specimen benda uji dengan perlakuan *Stiffener*.

Kata kunci: *Anchor Bolt, Chimney, Ketel Uap, Uji Tarik, Tegangan, Regangan*

ABSTRACT

M Ridho Yullah Tanjung. 2329136001 COMPARATIVE ANALYSIS OF MATERIAL STRENGTH IN ANCHOR BOLT FOR REPAIR OF TAKUMA N 1000 BOILER CHIMNEY FOUNDATIONS CAPACITY 35 TON STEAM/HOUR.

A steam boiler is an energy conversion machine to change water into steam by heating. To produce steam, water is heated by burning fuel in the steam boiler combustion chamber. The process of burning the shells and fibers as fuel for a steam boiler produces smoke so that the fuel combustion process is not disturbed by the smoke and the hot air is channeled into the chimney and comes out as free air. Specifications for chimneys at PT palm oil mills. XYZ is 26 meters high, 2.1 meters in diameter, and made of steel plate. Gradually, the chimney experienced corrosion due to the age of the material, so the author conducted research for preventive maintenance measures without having to dismantle the entire chimney foundation by connecting anchor bolts. This type of research is qualitative experimental research by carrying out tensile strength tests of Steel BJTP280 anchor bolts in the metal laboratory at the University of North Sumatra. The anchor bolt material is steel with a diameter of 21 mm and a length of 404 mm. There are 9 anchor bolt workpiece specimens with the following details: 3 anchor bolts without welding treatment, 3 anchor bolts with welding treatment, and 3 anchor bolts using stiffener. From the results of the tensile test, the strength of the anchor bolt material without welding treatment was obtained with a maximum force of 180 kN with a yield stress of 443.30 Mpa and a strain of 27%. Meanwhile, the anchor bolt material was welded with a maximum force of 175 kN with a yield stress of 331.63 Mpa and a strain of 8.5%. And for anchor bolt material with Stiffener treatment with a maximum force of 183 kN with a yield stress of 336.26 Mpa and a strain of 13.5%. In conclusion, of the 9 test objects carried out by the anchor bolt tensile test, the strongest was the specimen with Stiffener treatment.

Keywords: anchor bolt, chimney, steam boiler, tensile test, tension, strain

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat dan kasih sayang-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Analisa Perbandingan Kekuatan Material Pada Achor Bolt Untuk Perbaikan Pondasi *Chimney Boiler Takuma N 1000* Kapasitas 35 Ton Uap/Jam.”**

Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Tjut Nyak Dhien Medan.

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Pejabat, Dosen pengajar dan Dosen Pembimbing Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Tjut Nyak Dhien.

1. Bapak Dr. Irwan Agusnu Putra, S.P, M.P. Selaku Rektor Universitas Tjut Nyak Dhien Medan.
2. Bapak Syafriwel, S.T M.T, IPP Selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Tjut Nyak Dhien Medan.
3. Bapak Supriadi, S.T, M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tjut Nyak Dhien Medan dan Dosen Pembimbing Skripsi 1.
4. Bapak Tomi Abdillah, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi 2.
5. Bapak-Bapak Dosen dilingkungan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Tjut Nyak Dhien Medan yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
6. Ibunda selaku orang tua kandung yang tidak pernah henti-hentinya memberikan perhatian kasih sayang dan motivasi kepada saya.

7. Istri tercinta Irin Mairini yang selalu setia mendampingi penulis dan memberi motivasi maupun support untuk meraih gelar Sarjana Teknik.
8. Seluruh teman-teman di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi yang selalu bersama-sama saling membantu dan mendukung untuk menyelesaikan kuliah Sarjana Teknik.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga penulisan Skripsi ini nantinya bermanfaat bagi dunia pendidikan dan masyarakat.

Medan, 31 Agustus 2024

Muhammad Ridho Yullah Tanjung

NPM: 232913600

DAFTAR ISI

Hal

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Ketel Uap (Boiler).....	6
2.2 Prinsip Kerja Ketel Uap (<i>Boiler</i>).....	8
2.2.1 <i>Steam Generator</i>	8
2.2.2 <i>Steam Turbine</i>	11
2.2.3 Spesifikasi Turbine.....	11
2.2.4 <i>Steam Ejector</i>	12
2.2.5 Instalasi Condenser dan Accessories	13
2.2.6 Klasifikasi Ketel Uap (Boiler)	15
2.2.7 Siklus Thermodynamika.....	18
2.2.8 Proses Pembentukan Uap	20
2.2.9 Bahan Bakar dan Pembakaran Ketel Uap	23
2.3 Cerobong Asap Ketel Uap.....	25
2.4 Mur dan Baut (<i>Anchor Bolt</i>).....	30
2.5 Uji Tarik (Tensile Test).....	35
2.6 Teknologi Pengelasan.....	38

2.6.1	Pengelasan Busur	39
2.6.2	Teknologi Pengelasan Busur	40
2.6.3	Sumber Daya Dalam Pengelasan Busur	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		45
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	45
3.2	Sumber Data.....	45
3.2.1	Sumber Data Primer	45
3.2.2	Sumber Data Sekunder	45
3.3	Peralatan dan Bahan	46
3.4	Metode Pengumpulan Data	51
3.4.1	Metode Lapangan (Field Research)	51
3.4.2	Metode Dokumentasi.....	52
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	53
BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Perhitungan Tegangan Regangan Anchor Bolt.....	54
4.1.1	Tegangan Normal	54
4.1.2	Perhitungan Tegangan <i>Anchor Bolt</i>	56
4.1.3	Perhitungan Regangan <i>Anchor Bolt</i>	59
4.1.4	Perhitungan Modulus Elastisitas Anchor Bolt	62
4.2	Hasil Uji Tarik (Tensile Test).....	64
4.2.1	Interpretasi Hasil Uji Tarik Spesimen Benda Kerja Anchor Bolt Tanpa Las 65	
4.2.2	Interpretasi Hasil Uji Tarik Spesimen Benda Kerja Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las.....	66
4.2.3	Interpretasi Hasil Uji Tarik Spesimen Benda Kerja Anchor Bolt Dengan Perlakuan Stiffener.....	67
4.3	Grafik Tegangan Regangan Hasil Uji Tarik (Tensile Test) Anchor Bolt.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN 1 Hasil Uji Tarik dari Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara		79
LAMPIRAN 2 Sertifikat Material Uji		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Water Tube Boiler.....	9
Gambar 2.2 Design Water Tube Boiler.....	10
Gambar 2.3 Back Pressure Turbine	11
Gambar 2.4 Steam Ejector	13
Gambar 2.5 Instalasi Sistem Kondensing Turbin dan Peralatan Accessories.....	14
Gambar 2.6 <i>Cooling Tower Counter Flow</i>	14
Gambar 2.7 Siklus Ideal (Rankine).....	19
Gambar 2.8 Siklus Actual (Rankine)	20
Gambar 2.9 Grafik Pembentukan Uap	22
Gambar 2.10 Bahan Bakar Boiler Biomass	25
Gambar 2.11 Standart Lubang Sampling	28
Gambar 2.12 Standart Area Kerja Bordes dengan diameter < 3,6 m.....	29
Gambar 2.13 Standart Area Kerja Bordes dengan diameter < 3,6 m.....	29
Gambar 2.14 Bagian –Bagian Baut.....	33
Gambar 2.15 Bagian-Bagian Baut	34
Gambar 2.16 Baut Pondasi.....	34
Gambar 2.17 Tensile Stress Diagram.....	36
Gambar 2.18 Tampilan Bentuk Patahan Uji Tarik.....	36
Gambar 2.19 Mesin Uji Tarik	38
Gambar 2.20 Konfigurasi dan rangkaian listrik dasar proses pengelasan busur...	39
Gambar 3.1 Gambar Kerja Benda Uji Tarik	47
Gambar 3.2 Alat Ukur Mistar Baja, Jangka Sorong dan Micrometer.....	47
Gambar 3.3 Mesin Las Listrik	48

Gambar 3.4 Kawat Las LB 52.....	49
Gambar 3.5 Material Uji Tarik Anchor Bolt.....	49
Gambar 3.6 Mesin Uji Tarik Lab Terpadu Universitas Sumatera Utara	50
Gambar 3.7 Material Uji Tarik Anchor Bolt yang Telah Putus.....	50
Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian	53
Gambar 4.1 Pembebanan Batang Secara Aksial	54
Gambar 4.2 Benda kerja bertambah panjang ΔL ketika diberi beban P	59
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Tanpa Perlakuan Las dengan gaya maksimum 180 kN	68
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Tanpa Perlakuan Las dengan gaya maksimum 181 kN	68
Gambar 4.5 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Tanpa Perlakuan Las dengan gaya maksimum 180 kN	69
Gambar 4.6 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las dengan 174 kN	69
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las dengan 175 kN	70
Gambar 4.8 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las dengan 182 kN	70
Gambar 4.9 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las dengan 183 kN	71
Gambar 4.10 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las dengan 183 kN	71
Gambar 4.11 Grafik Tegangan Regangan Anchor Bolt Dengan Perlakuan Las	

dengan 183 kN	72
Gambar 4.12 Grafik Rata – Rata Perbandingan Kekuatan Material Uji Tar	72
Gambar 4.13 Grafik Rata – Rata Perbandingan Regangan.....	73