

**ANALISIS EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIS ASTM A532
PADA *HAMMER CRUSHER* BATUBARA PLTU TANJUNG
ENIM 3 X 10 MW**

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

Oleh:

**M. Habib Putra
062140212193**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

***EXPERIMENTAL ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES
ASTM A532 ON COAL HAMMER CRUSHER OF TANJUNG
ENIM 3 X 10 MW POWER PLANT***

THESIS



***Submitted to Fulfill the Requirements for Completing the Applied Bachelor
Degree in the Study Program of Production and Maintenance Engineering
Departement Of Mechanical Engineering***

By:

**M. Habib Putra
062140212193**

***DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRWIJAYA
PALEMBANG
2025***

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISI EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIS ASTM A532 PADA HAMMER CRUSHER BATUBARA PLTU TANJUNG ENIM 3 X 10 MW



SKRIPSI

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

Pembimbing Utama

Taufikurrahman, S.T., M.T.
NIP. 196910042000031001

Pembimbing Pendamping

Ir. Hendradinata, S.T., M.T.
NIP. 198603102019031016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

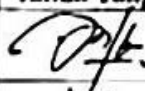
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Proposal Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : M. Habib Putra
NIM : 062140212193
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana Judul : ANALISIS EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIS ASTM A532 PADA HAMMER CRUSHER BATUBARA PLTU TANJUNG ENIM 3 X 10 MW

Telah selesai diuji dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan di hadapan Tim Dosen Penguji pada tanggal 21 Juli 2025 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM DOSEN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Mardiana, S.T., M.T. NIP. 19640212 199303 2 001	Ketua		25/07/2025
2	Ir. Romli, M.T. NIP. 19671018199303 1 003	Anggota		6/07/25
3	Ir. Hendradinata, S.T., M.T. NIP. 198603102019031016	Anggota		11/07/25
4	Yogi Eka Fernandes, S.Pd., M.T. NIP. 199306282019031009	Anggota		12/07/25

Palembang, Juli 2025
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Iz. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Habib Putra
NIM : 062040212110
Program Studi : D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **ANALISIS EKSPERIMENTAL SIFAT
MEKANIS ASTM A532 PADA *HAMMER*
CRUSHER BATUBARA PLTU TANJUNG
ENIM 3 X 10 MW**

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya 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 dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Juli 2025



M.Habib Putra
NIM. 062140212193

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Sesungguhnya siapa yang bertakwa dan bersabar, maka sungguh Allah tidak menyia-nyiakan pahala orang-orang yang berbuat baik.”
(QS. Yusuf: 90)

"Hiduplah kamu seperti kamu akan mati besok. Berpikirlah kamu seperti kamu akan hidup selamanya."
(B.J Habibie)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

“Dengan Rahmat Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang” Karya
Tulisan Sederhana Ini Saya Persembahkan Untuk :

Ayah saya Apriyadi, yang telah menjadi sosok panutan dalam hidup saya. Terima kasih atas kerja keras, keteguhan, dan nasihat yang tak pernah berhenti menguatkan saya dalam setiap langkah perjuangan ini. Ibu saya Rusmala Dewi, yang selalu menjadi sumber doa, cinta, dan semangat. Ketulusan serta kesabaran Ibu adalah kekuatan terbesar saya dalam menghadapi setiap tantangan. Kedua adik saya, M. Irfan Farizi dan M. Tri Satrio, yang menjadi alasan bagi saya untuk terus berusaha menjadi pribadi yang lebih baik. Semoga keberhasilan ini dapat menjadi motivasi bagi kalian untuk meraih mimpi-mimpi yang lebih tinggi. Dan kepada seseorang yang istimewa di hati saya, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, kehadiranmu menjadi penyemangat yang berarti dalam menyelesaikan perjalanan ini.

Dosen Pembimbing Utama, Bapak Taufikurrahman, S.T., M.T. & Dosen Pembimbing Pendamping, Bapak Ir. Hendradinata, S.T., M.T., terima kasih atas bantuan pertolongan, bimbingan, arahan, saran, waktu, kebaikan yang telah diberikan kepada saya dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini, semoga Allah SWT membalas kebaikan bapak sekalian dicatat sebagai amal jariyah.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada teman rekan seperjuangan kelas PPC Angkatan 2021 yang sudah bersama, belajar, saling membantu, senang dan tertawa Bersama selama 4 tahun ini. Terkhusus kepada rekan saya yang bernama Nizar Muhammad, terima kasih telah bekerja bersama mulai dari suka duka, senang, sedih, saling cerita sudah kita lalui bersama-sama hingga sampai akhirnya pada tahap skripsi dapat terselesaikan.

ABSTRAK

ANALISIS EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIS ASTM A532 PADA *HAMMER CRUSHER* BATUBARA PLTU TANJUNG ENIM 3 X 10 MW

M. Habib Putra

(2025: xvi + 57 Halaman, 20 Gambar, 18 Tabel, 8 Lampiran)

Hammer crusher merupakan komponen vital dalam sistem penyiapan bahan bakar batubara di PLTU, yang berfungsi menghancurkan batubara hingga ukuran partikel tertentu agar efisiensi pembakaran di dalam *boiler* dapat meningkat. Material ASTM A532, yang tergolong dalam besi tuang putih paduan tinggi, dipilih karena memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi. Namun, kondisi kerja yang ekstrem tetap menyebabkan keausan dan penurunan performa pada material ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanis material ASTM A532, khususnya melalui uji kekerasan *Vickers* dan uji ketangguhan menggunakan metode *impact Charpy*. Sampel diuji dalam tiga kondisi: tanpa perlakuan panas, dengan *hardening* pada suhu 850°C diikuti *quenching* menggunakan media air, serta *quenching* dengan silikon oil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas secara signifikan meningkatkan kekerasan material. Sampel yang mengalami *quenching* dengan air menunjukkan nilai kekerasan tertinggi dibandingkan silikon oil maupun tanpa perlakuan. Sementara itu, hasil uji *impact* menunjukkan bahwa media silikon oil menghasilkan ketangguhan material yang lebih baik dibandingkan air. Analisis statistik ANOVA dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Dengan demikian, proses *heat treatment* dengan parameter yang tepat dapat meningkatkan performa dan umur pakai *hammer crusher*, serta memberikan rekomendasi teknis terhadap optimasi perlakuan material dalam aplikasi industri berat.

Kata Kunci: ASTM A532, *hammer crusher*, *heat treatment*, *quenching*, kekerasan, *impact Charpy*.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF ASTM A532 ON A COAL HAMMER CRUSHER AT TANJUNG ENIM 3 X 10 MW POWER PLANT

M. Habib Putra

(2025: xvi + 57 Pages, 20 Figures, 18 Tables, 8 Appendices)

The hammer crusher is a vital component in the coal fuel preparation system of a steam power plant (PLTU), functioning to crush coal into smaller particles to optimize combustion efficiency in the boiler. ASTM A532, a high-alloy white cast iron, is widely used due to its excellent hardness and wear resistance. However, extreme operating conditions still lead to wear and performance degradation of this material. This study aims to analyze the effect of heat treatment on the mechanical properties of ASTM A532 material through Vickers hardness testing and Charpy impact testing. Specimens were tested under three conditions: without heat treatment, with hardening at 850°C followed by quenching in water, and quenching in silicone oil. The results showed that heat treatment significantly increased the material's hardness. Samples quenched in water exhibited the highest hardness values compared to those quenched in silicone oil or untreated samples. Meanwhile, impact testing results indicated that quenching with silicone oil produced better toughness than water. Statistical analysis using ANOVA and the Least Significant Difference (LSD) test confirmed significant differences among the treatments. Therefore, proper heat treatment can enhance the performance and service life of hammer crushers and provide technical recommendations for material optimization in heavy-duty industrial applications.

Keywords: ASTM A532, hammer crusher, heat treatment, quenching, hardness, Charpy impact.

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya, sholawat serta salam kita sampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kearah kebenaran. Syukur alhamdulillah dengan seizin-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sebagai persyaratan untuk mengikuti Sidang Skripsi.

Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kesehatan jasmani dan rohani serta kekuatan fisik dan mental sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan sebaik-baiknya.
2. Kedua orang tuaku tercinta, keluarga serta saudara-saudara yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan selalu mendoakan penulis
3. Ibu Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Prodi DIV TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Bapak Taufikurrahman, S.T., M.T., sebagai Pembimbing Pertama Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis
7. Bapak Ir. Hendradinata, S.T., M.T., sebagai Pembimbing Kedua Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis
8. Bapak Kabul Abdullah, selaku Manajer PLTU Tanjung Enim 3x10 MW yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis melaksanakan penelitian di PT Bukit Energi Servis Terpadu
9. Bapak Hengky Saputra, selaku Asisten Manajer Pemeliharaan yang sudah membantu penulis selama melakukan penelitian di PT Bukit Energi Servis Terpadu
10. Kak Ali Indra Pratama, selaku pembimbing penelitian selama melakukan penelitian di PT Bukit Energi Servis Terpadu
11. Rekan-rekan seperjuangan 8 PPC yang telah bersama-sama saling *support* dalam pengerjaan proposal skripsi.

Akhir kata, menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu permesinan dan menambah wawasan ilmu pengetahuan.

Palembang, Mei 2025

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Pengertian <i>Hammer Crusher</i>	5
2.1.2 Prinsip Kerja <i>Hammer Crusher</i>	5
2.1.3 Material <i>Hammer</i> ASTM A532	6
2.1.4 <i>Heat Treatment</i>	10
2.1.5 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	10
2.1.6 Pengujian <i>Impact Charpy</i>	11
2.1.7 Hipotesis.....	12
2.2 Kajian Pustaka	12
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 19
3.1 Metode Penelitian	19
3.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian	19
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.4 Alat dan Bahan	22
3.4.1 Alat	22
3.4.2 Bahan.....	25
3.5 Pembuatan Spesimen.....	27

3.6 Pengujian Komposisi Kimia.....	27
3.7 Proses <i>Heat Treatment</i>	29
3.8 Proses Pengujian.....	31
3.8.1 Proses Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	31
3.8.2 Pengujian <i>Impact Charpy</i>	33
3.9 Metode Analisis Penelitian.....	35
3.10 Hasil Pengujian Komposisi Kimia	36
3.11 Hasil Pengujian Kekerasan.....	37
3.12 Analisis Hasil Kekerasan <i>Vickers</i>	37
3.13 Hasil Pengujian <i>Impact Charpy</i>	40
3.14 Analisis Hasil Uji <i>Impact Charpy</i>	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	42
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	43
4.3 Analisis Uji Kekerasan Dengan Metode ANOVA	44
4.3.1 Uji Lanjut.....	46
4.4 Hasil Pengujian <i>Impact Charpy</i>	48
4.5 Analisis Hasil Uji <i>Impact Charpy</i> Dengan Metode <i>t-Test</i>	50
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komponen <i>Hammer Crusher</i> Batubara	5
Gambar 2.2 Diagram Fasa Fe – Fe ₃ C.....	9
Gambar 2.3 Prinsip Pengukuran <i>Impact</i> Pada <i>Charpy Test</i>	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Pembuatan Spesimen.....	27
Gambar 3.3 Alat <i>X-Ray Fluorescence</i>	28
Gambar 3.4 Sampel Pengujian Komposisi Kimia.....	28
Gambar 3.5 Proses Pengujian komposisi kimia	29
Gambar 3.6 Alat <i>Furnace</i>	30
Gambar 3.7 Proses <i>Hardening</i>	30
Gambar 3.8 Proses <i>Quenching</i> Air dan Silikon <i>Oil</i>	31
Gambar 3.9 Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	31
Gambar 3.10 Sampel Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	32
Gambar 3.11 Proses Pengujian Kekerasan.....	33
Gambar 3.12 Alat Uji <i>Impact Charpy</i>	34
Gambar 3.13 Sampel Uji <i>Impact Charpy</i>	34
Gambar 3.14 Proses Pengujian <i>Impact Charpy</i>	34
Gambar 3.15 Sampel Setelah Uji <i>Impact Charpy</i>	35
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Kekerasan.....	48
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Dan Harga <i>Impact</i>	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia ASTM A532	7
Tabel 2.2 Kekerasan Material pada ASTM A532.....	7
Tabel 3.1 Alat Yang Digunakan.....	22
Tabel 3.2 Bahan Yang Digunakan	26
Tabel 3.3 Parameter Pengujian	36
Tabel 3.4 Hasil Uji Komposisi Kimia.....	36
Tabel 3.5 Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	37
Tabel 3.6 Skema Data Sampel Pengujian Kekerasan	38
Tabel 3.7 Hasil Uji ANOVA.....	40
Tabel 3.8 Hasil Uji <i>Impact Charpy</i>	40
Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia Material ASTM A532	43
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> ASTM A532.....	44
Tabel 4.3 Skema Data Sampel Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	45
Tabel 4.4 Hasil Analisis Statistik ANOVA terhadap Kekerasan Material	46
Tabel 4.5 Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk Kekerasan Material.....	48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Impact Charpy</i>	49
Tabel 4.7 Interpretasi <i>Effect Size</i>	50
Tabel 4.8 Tingkat Signifikansi.....	52

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

E	= Energi yang diserap (<i>Joule</i>) dalam uji <i>impact</i>
M	= Momentum terhadap sumbu putar pendulum (N.m)
W	= Berat pendulum (kg)
R	= Jarak sumbu pendulum ke pusat gravitasi (m)
α	= Sudut awal pendulum sebelum menumbuk spesimen
β	= Sudut akhir pendulum setelah menumbuk spesimen
d1 ,d 2	= Diagonal jejak pada uji kekerasan <i>Vickers</i> (mm)
D	= Nilai rata-rata diagonal jejak uji kekerasan <i>Vickers</i> (mm)
VHN	= Nilai kekerasan <i>Vickers Hardness Number</i>
HB	= Kekerasan <i>Brinell</i>
HRC	= Kekerasan <i>Rockwell</i> skala C
X	= Rata-rata nilai pengujian
G	= Grand total dari semua data
FK	= Faktor koreksi dalam perhitungan ANOVA
JKT	= Jumlah Kuadrat Total
JKP	= Jumlah Kuadrat Perlakuan
JKG	= Jumlah Kuadrat Galat
KT	= Kuadrat Tengah
F	= Nilai F-Hitung (dalam ANOVA)

Singkatan:

ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
PLTU	= Pembangkit Listrik Tenaga Uap
XRF	= <i>X-ray Fluorescence</i>
HVN	= <i>Hardness Vickers Number</i>
Mo	= <i>Molibdenum</i>
Cr	= <i>Chromium</i>
Mn	= <i>Mangan</i>
Ni	= <i>Nickel</i>
Cu	= <i>Copper</i>
C	= <i>Carbon</i>
Fe	= <i>Ferrum</i> / Besi
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>
ANOVA	= <i>Analysis of Variance</i>
Sn	= Simbol untuk <i>Quenching</i> menggunakan Silikon Oil
An	= Simbol untuk <i>Quenching</i> menggunakan Air
V-notch	= Takik berbentuk huruf V pada spesimen uji <i>Impact Charpy</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Lembar Bimbingan Skripsi
Lampiran 2.	Lembar Rekomendasi Seminar Skripsi
Lampiran 3.	Surat Hasil Pengujian Kekerasan
Lampiran 4.	Surat Hasil Pengujian <i>Impact Charpy</i>
Lampiran 5.	Surat Mitra Perusahaan
Lampiran 6.	Dokumentasi Hasil Pengujian Komposisi Kimia
Lampiran 7.	Dokumentasi Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>
Lampiran 8.	Dokumentasi Hasil Pengujian <i>Impact Charpy</i>