

## LAPORAN TUGAS AKHIR

DESAIN ALAT *HIGH ENERGY POUNDING* UNTUK MENINGKATKAN SIFAT  
MEKANIK PERMUKAAN BAJA *HADFIELD* DENGAN VARIASI BEBAN  
BERULANG DAN KETINGGIAN



Disusun Oleh:

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Nama : Rudiono

NIM : 41314110016

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

AGUSTUS 2020

## HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN ALAT *HIGH ENERGY POUNDING* UNTUK MENINGKATKAN SIFAT MEKANIK PERMUKAAN BAJA *HADFIELD* DENGAN VARIASI BEBAN BERULANG DAN KETINGGIAN



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 27 Agustus 2020

Mengetahui

Dosen Pembimbing

(Haris Wahyudi, ST, M.Sc)

Koordinator Tugas Akhir



(Alif Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rudiono  
NIM : 41314110016  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Desain alat *High Energy Pounding* Untuk Meningkatkan Sifat Mekanik Permukaan Baja *Hadfield* Dengan Variasi Beban Berulang Dan Ketinggian.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 27 Agustus 2020

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**



(Rudiono)

## **PENGHARGAAN**

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena rahmat dan karunianya-Nya, sholawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Desain alat *High Energy Pounding* Untuk Meningkatkan Sifat Mekanik Permukaan Baja *Hadfield* Dengan Variasi Beban Berulang Dan Ketinggian”.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, dari segi penulisan, tata bahasa, maupun pembahasannya dikarenakan oleh keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki, namun penulis berusaha untuk mempersempit Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya agar dapat memiliki manfaat untuk banyak pihak. Dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan perhatian dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada :

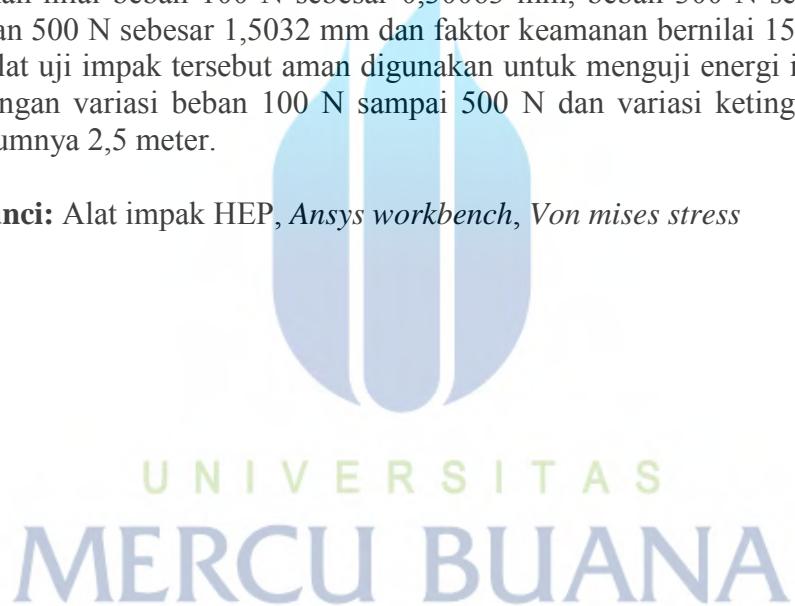
1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah menolong dari berbagai hal dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.
2. Orang tua dari penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa selama kegiatan penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.
3. Diah Novitasari istri dari penulis yang selalu menemani saat penyusunan laporan tugas akhir.
4. Bapak Haris Wahyudi, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang baik dan sabar dalam membimbing dan telah sangat membantu dalam menyusun dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir di sela-sela segala kesibukannya.
5. Bapak Nanang Ruhyat, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
6. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas MercuBuana.
7. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan yang mengalami suka duka yang sama dengan penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam hal ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

## ABSTRAK

Energi impak kritis menyebabkan jenis deformasi berbeda, penelitian yang dilakukan adalah mencari Alternatif metode peningkatan sifat mekanik baja *hadfield* secara cepat tetapi menghasilkan deformasi minimum selain *explosive treatment* masih kurang dan Energi impak kritis mempengaruhi mekanisme deformasi baja *hadfield* yang nilainya masih bervariasi tergantung beban, metode dan kecepatan pembebahan. Tujuan penelitian ini adalah membuat desain alat impak metode *high energy pounding* dengan variasi beban, ketinggian dan pembebahan berulang menggunakan *software autodesk inventor* dan menganalisis struktur rangka dengan *software ansys workbench* sehingga di dapat struktur rangka yang aman. Analisis struktur dimulai dengan pembuatan desain 3D alat impak dengan material yang dipilih AISI 1030 dengan simulasi pengujian pada beban 100 N, 300 N, dan 500 N. Simulasi dilakukan untuk mencari *von mises stress*, *directional deformation* dan *safety factor*. Hasil analisis didapatkan bahwa tegangan *von mises stress* didapatkan nilai beban 100 N sebesar 1,0423 MPa, beban 300 N sebesar 3,127 MPa dan beban 500 N sebesar 5,2116 MPa. Pada *directional deformation* didapatkan nilai beban 100 N sebesar 0,30063 mm, beban 300 N sebesar 0,9019 mm dan beban 500 N sebesar 1,5032 mm dan faktor keamanan bernilai 15. Kesimpulan dari desain alat uji impak tersebut aman digunakan untuk menguji energi impak pada benda kerja dengan variasi beban 100 N sampai 500 N dan variasi ketinggian dengan nilai maksimumnya 2,5 meter.

**Kata kunci:** Alat impak HEP, *Ansys workbench*, *Von mises stress*

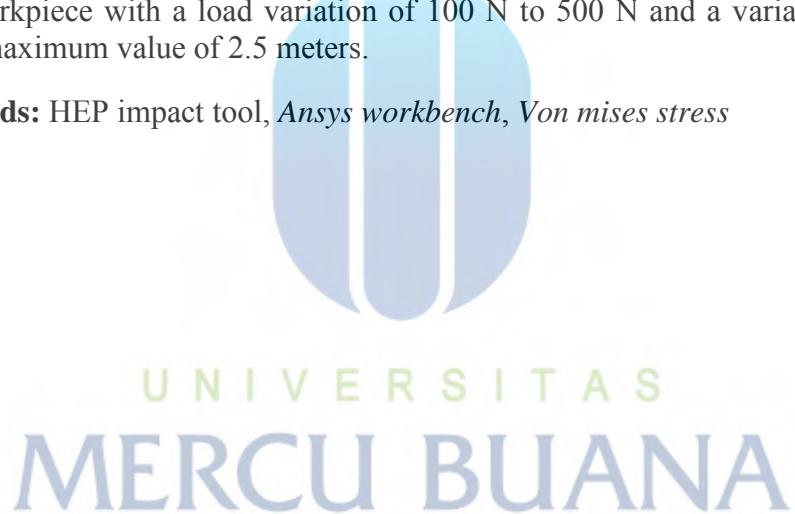


## ***High Energy Pounding Tool Design with Variations of Repetitive Loads and Heights in Hadfield Steel Specimens***

### ***ABSTRACT***

The critical energy that causes different types of deformation, the research being carried out is looking for alternative methods of increasing the mechanical properties of steel quickly but producing deformation in addition to the treatment of explosives is still lacking and the critical energy that affects the deformation of hadfield steel depends on the load, method and speed of loading. The purpose of this research is to design a high energy pounding method impact tool with a variety of loads, heights and repetitive loads using Autodesk Inventor software and a frame structure with ansys workbench software so that a safe frame structure can be obtained. Structural analysis begins with the creation of a 3D design of the impact device with materials selected by AISI 1030 with simulation tests at loads of 100 N, 300 N, and 500 N. The simulation is carried out to find von mises stress, directional deformation and safety factors. Mises stress obtained a load value of 100 N of 1.0423 MPa, a load of 300 N of 3.127 MPa and a load of 500 N of 5.2116 MPa. In directional deformation, the 100 N load value is 0.30063 mm, the 300 N load is 0.9019 mm and the 500 N load is 1.5032 mm and the safety factor is 15. on a workpiece with a load variation of 100 N to 500 N and a variation of the height with a maximum value of 2.5 meters.

**Keywords:** HEP impact tool, *Ansys workbench*, *Von mises stress*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN TUGAS AKHIR	3
1.4. BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENDAHULUAN	5
2.2. MEKANISME DEFORMASI	5
2.3. MEKANISME PENGERASAN LOGAM	6
2.4. BAJA MANGAN AUSTENITIK DAN BAJA HADFIELD	8
2.5. APLIKASI BAJA HADFIELD UNTUK KOMPONEN FROG NOSE KERETA API	11
2.6. PENGERASAN REGANGAN DENGAN METODE PEMBEBANAN IMPAK BERULANG	13
2.7. PERHITUNGAN ENERGI IMPAK	13
2.8. METODE ELEMEN HINGGA	
2.8.1. Material Properties	14
2.8.2. Meshing	14

2.9	FAKTOR KEAMANAN	15
2.10	Konsep Desain QFD	15
Bab III	METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1	DIAGRAM ALIR	16
3.2	PELAKSANAAN PEMBUATAN DESAIN ALAT UJI IMPAK	17
3.2.1.	Perencanaan Desain dengan Konsep QFD dan Model Rangka Alat	18
3.2.2	Menggambar Rangka dengan Software Autodesk Inventor	18
3.2.3	Analisis Kekuatan Struktur Rangka menggunakan Software Ansys	18
Bab IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	PERENCANAAN KONSEP QFD	19
4.1.1	Konsep Desain	23
4.1.2	Pertimbangan Desain	24
4.1.3	Perancangan Desain Model 2D	25
4.1.4	Perancangan Desain Model 3D	31
4.1.5	Proses Perakitan Desain	33
4.2	SIMULASI KEKUATAN RANGKA DESAIN	35
4.2.1	Proses Static Structural	36
4.2.2	Proses Material Properties	37
4.2.3	Proses Meshing	38
4.2.4	Menentukan Pembebaran dan Fix Support	39
4.2.5	End Simulation	40
4.2.6	Hasil Von Mises Stress	40
4.2.7	Hasil Directional Deformation	41
4.2.8	Faktor Keamanan	42
4.3	PERHITUNGAN ENERGI IMPAK	43
BAB V	PENUTUP	44
5.1.	KESIMPULAN	44

5.2.	SARAN	44
	DAFTAR PUSTAKA	45



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bidang twin (a) dan Deformasi karena twinning (b)	6
Gambar 2.2	Mekanisme pengerasan regangan	7
Gambar 2.3	Fenomena pengujian mekanik berdasarkan laju regangan	7
Gambar 2.4	Kelarutan karbon pada Mn 13%	9
Gambar 2.5	Beberapa aplikasi baja Hadfield	10
Gambar 2.6	Pengaruh energi impak terhadap kekerasan	12
Gambar 2.7	Hubungan energi impak dan kekerasan	13
Gambar 3.1	Diagram Alir	17
Gambar 4.1	Konsep Desain	23
Gambar 4.2	Alat Impak Metode HEP	34
Gambar 4.3	Tampilan Pilihan Analisis Sistem Workbench	36
Gambar 4.4	Cara Memasukkan Geometri 3D CAD	37
Gambar 4.5	Tampilan Design Modeler	38
Gambar 4.6	Tampilan Mechanical Ansys	38
Gambar 4.7	Proses Meshing	39
Gambar 4.8	Tampilan pembebangan	39
Gambar 4.9	Tampilan Fix Support	40
Gambar 4.10	Hasil Von Mises Stress	41
Gambar 4.11	Hasil Directional Deformation	42
Gambar 4.12	Safety Factor	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar ASTM A128 / A128M-2003 baja tuang dengan kandungan Mangan tinggi	8
Tabel 2.2	Sifat mekanik baja Hadfield	10
Tabel 4.1	Kuisisioner Membuat Alat HEP	19
Tabel 4.2	Prioritas keinginan pelanggan berdasarkan survey	21
Tabel 4.3	Tabel <i>Quality Function Deployment</i>	22
Tabel 4.4	Model 2D dan Dimensi	25
Tabel 4.5	Model 3D Beserta Material	31
Tabel 4.6	Massa Komponen Alat Impak Metode HEP	35
Tabel 4.7	Sifat Mekanik Material AISI 1030	37
Tabel 4.8	Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress</i>	40
Tabel 4.9	Hasil Simulasi <i>Directional deformation</i>	41
Tabel 4.10	Perhitungan Energi Impak	43



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$\sigma$	Tegangan
$\pi$	Nilai konstanta keliling lingkaran
$\mu$	Nilai rasio poisson

