

**ANALISIS PENGARUH SUHU AUSTENISASI PROSES
SURFACE HARDENING PADA BAJA KARBON MENENGAH
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS**

Laporan Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
Memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Mesin



Diajukan oleh:

NAMA : ANANG JUMAIN

NIM : 163010111

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH SUHU AUSTENISASI PROSES *SURFACE HARDENING* PADA BAJA KARBON MENENGAH TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS

Telah diperiksa, disetujui untuk dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Pada : Ruang D2-08
Hari : Selasa
Tanggal : 13-08-2019

Pembimbing I



Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T.

NIDN: 0610047501

Pembimbing II



M. Dzulfikar, S.T., M.T.

NIDN: 0614019102



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN/ REVISI

Nama Mahasiswa : Anang Jumain

NIM : 163010111

Judul TA : Analisis Pengaruh Suhu Austenisasi Proses *Surface Hardening* Pada Baja Karbon Menengah Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis

Telah dipertahankan dan direvisi di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

1. Penguji 1

Nama : Dr. Helmy Purwanto, S.T., M.T.

Tanggal Pengesahan : 15-8-2019

Tanda Tangan : 

2. Penguji 2

Nama : Dr. S. M Bondan Respati, S.T., M.T.

Tanggal Pengesahan : 15-8-2019

Tanda Tangan : 

3. Penguji 3

Nama : Darmanto, S.T., M. Eng

Tanggal Pengesahan :

Tanda Tangan : 



Semarang, 15-08-2019

Mengetahui
Ketua Program Studi

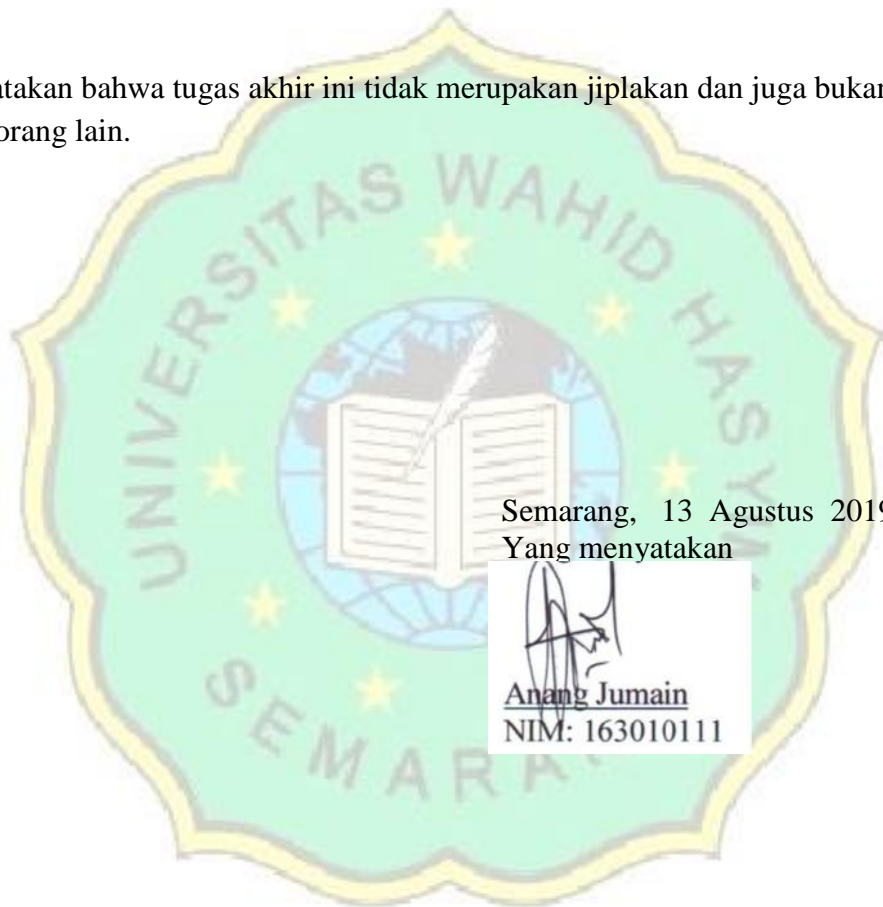
(Dr. S. M Bondan Respati, S.T., M.T.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anang Jumain
NIM : 163010111
Program studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak merupakan jiplakan dan juga bukan dari karya orang lain.



MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Tujuan Manusia hidup ada dua yaitu menjadi Hamba Allah dan menjadi Khalifah di bumi ini, Tugas Hamba adalah beribadah kepada Penciptanya yaitu Allah SWT semata dan tugas Khalifah adalah memakmurkan dan mengelola bumi ini. Untuk mengelola bumi ini perlu ilmu, salah satunya adalah ilmu teknik dan inti dari ilmu teknik adalah pemecahan masalah, atas segala masalah manusia atau membantu meringankan dan memudahkan pekerjaan manusia. Semoga dengan ilmu teknik yang aku pelajari membuatku menjadi manusia yang berguna di bumi ini, karena Nabi Muhammad SAW bersabda “Sebaik-baik manusia adalah yang paling banyak manfaatnya untuk orang lain”.

PERSEMBAHAN

- Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya.
- Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan,
- Almarhum orang tuaku yang dulu sudah mengobarkan segalanya untukku,
- Untuk Istri tercinta yang selalu mensupport saya,
- Para Dosen Unwahas khususnya teknik mesin yang selalu membimbing kami.
- Teman-teman dan sahabatku di Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Strata-1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang. Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah **“ANALISIS PENGARUH SUHU AUSTENISASI PROSES *SURFACE HARDENING* PADA BAJA KARBON MENENGAH TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS”**.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan pengetahuan serta pengalaman penulis, namun demikian penulis telah bekerja keras dalam menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini sampai ditangan para pembaca.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas sumbang saran kepada:

1. Bapak Dr. Helmy Purwanto, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang dan dosen pembimbing satu.
2. Bapak S.M. Bondan Respati, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang.
3. Bapak M. Dzulfikar, S.T., M.T. selaku dosen wali dan juga dosen pembimbing.

Penulis mohon maaf apabila dalam penyusunan proposal Tugas Akhir ini terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan laporan Tugas Akhir.Semoga Tugas Akhir ini kelak bermanfaat bagi para pembaca.Terima kasih.

Semarang, Agustus 2019

Penulis



Anang Jumain

NIM: 163010111

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN / REVISI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar belakang masalah.....	1
I.2 Rumusan masalah.....	3
I.3 Batasan masalah	3
I.4 Tujuan penelitian.....	3
I.5 Manfaat penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
II.1 Tinjauan Pustaka.....	6
II.2 Dasar Teori.....	8
II.2.1 Klasifikasi Baja	8
II.2.2 Baja S45C	9
II.2.3 Baja Tahan Peluru.....	11
II.2.4 Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja	16
II.2.5 Struktur Logam	17
II.2.6 Perlakuan Panas / Heat Treatment	21
II.2.7 Pengujian Bahan	26
II.2.8 Pemanasan Induksi	40

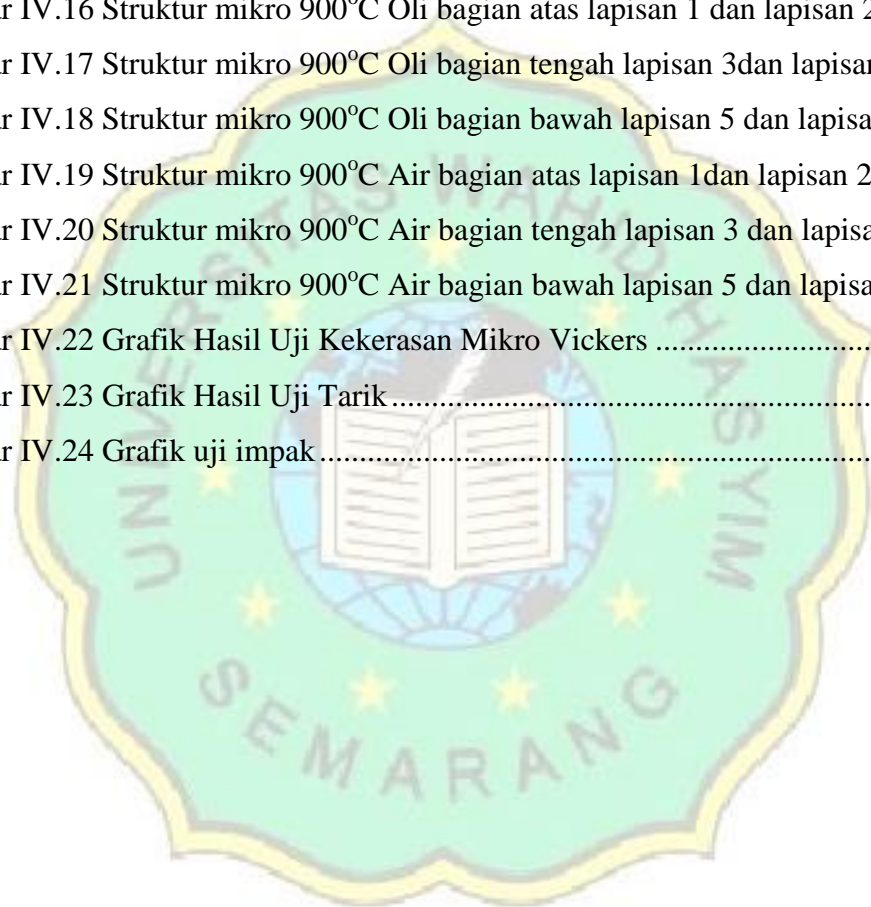
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	46
III.1 Alat dan Bahan	46
III.2 Prosedur Penelitian	52
III.2.1 Tahap awal penelitian.....	52
III.2.2 Proses Pelaksanaan Penelitian.....	53
III.2.3 Proses Pengujian	55
III.3 Variabel Dalam Penelitian.....	60
III.4 Diagram Alur Penelitian.....	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
IV.1 Uji Komposisi Bahan	62
IV.2 Uji Struktur Mikro.....	63
IV.3 Uji Kekerasan Mikro Vickers.....	74
IV.4 Uji Tarik	76
IV.5 Uji Impak.....	77
BAB V PENUTUP.....	80
V.1 Kesimpulan	80
V.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kendaraan Tempur Ringan Komodo 4x4.....	12
Gambar II.2 Kendaraan tempur SIBMAS AFSV-90 dan Anoa 6x6	13
Gambar II.3 Grafik perbandingan sifat mekanik baja AISI 4340, RHA, ABREX 500 (Jamil,2016)	14
Gambar II.4 Grafik perbandingan struktur mikro baja RHA, AISI 4340 dan AR 500 (Jamil, 2016)	14
Gambar II.5 Struktur mikro baja KSW500	15
Gambar II.6 Bentuk geometris kristal(Supardi,1999).....	18
Gambar II.7 Diagram fasa baja (Amstead, 1997)	18
Gambar II.8 Contoh fasa Perlite (gelap/berlapis) dan Ferrite (terang/putih) pada baja 1018,1045,1095 (Meirer, 2004).....	19
Gambar II.9 Penjelasan dan pembagian fasa ferrite ,cementite, perarlite dan garis batas austenite (Totten, 2006).....	20
Gambar II.10 <i>Continuos Cooling Transformation Diagram</i>	24
Gambar II.11 Kurva tegangan – regangan rekayasa	27
Gambar II.12 Ilustrasi Skematis Pengujian Impak.	28
Gambar II.13 Spesimen uji impak metode <i>charpy</i> ASTM E23 type A dan peletakkannya	29
Gambar II.14 Ukuran spesimen uji metode izod dan cara peletakkannya	31
Gambar II.15 Bentuk indentor diamond uji Hardness Vickers.....	37
Gambar II.16 Gambar contoh goresan	37
Gambar II.17 Grafik Uji kekerasan KSW500 oleh Yanuar	39
Gambar II.18 Fluks AC menginduksi tegangan E1 (A.P.Bayuseno, 2014).....	42
Gambar II.19 Arus eddy yang diinduksikan pada piringan metal (A.P.Bayuseno, 2014).....	42
Gambar II.20 Intensitas fluks (B) dan intensitas medan magnet (H) pada benda kerja(A.P.Bayuseno, 2014).....	43
Gambar II.21 <i>Residual induction and coercive force</i> (A.P.Bayuseno, 2014)..	43
Gambar II.22 Distribusi arus pada sebuah konduktor tunggal jika dialiri arus DC	

(A.P.Bayuseno, 2014).....	44
Gambar II.23 Pengaruh frekuensi pada pemanasan induksi (A.P.Bayuseno, 2014).....	45
Gambar III.1 Mesin Spectrometer.....	46
Gambar III.2 Pemanas induksi dengan koil spiral 3 lilitan.....	47
Gambar III. 3 Mesin Wire Cut.....	47
Gambar III.4 Alat uji Tarik.....	48
Gambar III.5 Alat poles.....	48
Gambar III.6 Mikroskop Tipe XSZ-107 BN.....	49
Gambar III.7 Alat uji kekerasan Mikro Vickers Mitutoyo UM200.....	49
Gambar III.8 Alat Uji Impak Charpy.....	50
Gambar III.9 Plat S45C.....	51
Gambar III.10 Proses <i>heat treatment quenching</i>	54
Gambar III.11 Proses <i>cutting</i> spesimen.....	54
Gambar III.12 Hasil <i>cutting</i> Spesimen uji tarik ASTM E8-09.....	55
Gambar III.13 Hasil <i>cutting</i> Spesimen uji impak ASTM E23 type A.....	55
Gambar III.14 Hasil <i>cutting</i> Spesimen uji kekerasan dan struktur mikro.....	55
Gambar III.15 Foto uji tarik.....	56
Gambar III.16 Uji impak.....	57
Gambar III.17 Metalografi / uji struktur mikro.....	58
Gambar III.18 Pembagian titik untuk pengujian kekerasan mikro Vickers.....	59
Gambar III.19 Uji kekerasan mikro Vickers.....	60
Gambar III.20 Diagram alur penelitian.....	61
Gambar IV.1 Struktur mikro raw material bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2	64
Gambar IV.2 Struktur mikro raw material bagian tengah lapisan 3 dan 4	64
Gambar IV.3 Struktur mikro raw material bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	64
Gambar IV.4 Struktur mikro 700°C Oli bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2...	65
Gambar IV.5 Struktur mikro 700°C Oli bagian tengah lapisan 3 dan lapisan 4	65
Gambar IV.6 Struktur mikro 700°C Oli bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	66
Gambar IV.7 Struktur mikro 700°C Air bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2 ...	66
Gambar IV.8 Struktur mikro 700°C Air bagian tengah lapisan 3 dan lapisan 4	67

Gambar IV.9 Struktur mikro 700°C Air bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	67
Gambar IV.10 Struktur mikro 800°C Oli bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2..	68
Gambar IV.11 Struktur mikro 800°C Oli bagian tengah lapisan 3 dan lapisan 4	68
Gambar IV.12 Struktur mikro 800°C Oli bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	68
Gambar IV.13 Struktur mikro 800°C Air bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2 .	69
Gambar IV.14 Struktur mikro 800°C Air bagian tengah lapisan 3 dan lapisan 4	69
Gambar IV.15 Struktur mikro 800°C Air bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	70
Gambar IV.16 Struktur mikro 900°C Oli bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2.	70
Gambar IV.17 Struktur mikro 900°C Oli bagian tengah lapisan 3 dan lapisan 4	71
Gambar IV.18 Struktur mikro 900°C Oli bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	71
Gambar IV.19 Struktur mikro 900°C Air bagian atas lapisan 1 dan lapisan 2 .	72
Gambar IV.20 Struktur mikro 900°C Air bagian tengah lapisan 3 dan lapisan 4	72
Gambar IV.21 Struktur mikro 900°C Air bagian bawah lapisan 5 dan lapisan 6	72
Gambar IV.22 Grafik Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers	75
Gambar IV.23 Grafik Hasil Uji Tarik.....	77
Gambar IV.24 Grafik uji impak.....	78



DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Perbandingan kekuatan bahan baja S45C (Sularso, 2008).....	10
Tabel II.2 Komposisi standar paduan baca S45C (Totten, 2006).	10
Tabel II.3 Material yang aplikasikan material tahan peluru (Karagoz, 2008) .	11
Tabel II.4 Spesifikasi material plat HB 500 (Pindad, 2015)	12
Tabel II.5 Komposisi paduan baja AISI 4340, RHA and AR500 (Jamil, 2016)	13
Tabel II.6 Sifat mekanik baja RHA, AISI 4340, AR500 (Jamil, 2016).....	14
Tabel II.7 Hasil pengujian komposisi kimia baja armour KSW500 (Yanuar, 2014).....	15
Tabel II.8 Sifat mekanik baja KSW500 (Yanuar, 2014).....	15
Tabel II.9 Pengaruh unsur paduan pada baja (Liscic,2010).....	17
Tabel II.10 Kesesuaian antara kandungan karbon dengan suhu pemanasan (Schonmentz, 1985)	21
Tabel II.11 Hasil Uji impak plat baja KSW500	30
Tabel II. 12 Skala kekerasan <i>Rockwell</i> (Callister, 2000)	35
Tabel II.13 Skala kekerasan <i>rockwell superficial</i> (Callister, 2000)	35
Tabel II.14 Hasil Uji kekarasan baja KSW 500	38
Tabel IV.1 Komposisi unsur pada spesimen plat S45C.....	62
Tabel IV.2 Hasil struktur mikro spesimen <i>S45C</i> sebelum (raw material) dan setelah proses <i>quenching</i>	73
Tabel IV.3 Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers.....	75
Tabel IV.4 Hasil Uji Tarik Penelitian.	76
Tabel IV.5 Hasil Uji Impak.....	78
Tabel IV.6 Hubungan antar sifat mekanik spesimen	79
Tabel IV.7 Konversi nilai kekerasan (Totten, 2006).....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Sertifikat uji komposisi.....	84
Lampiran B Sertifikat uji Impak	85
Lampiran C Hasil Uji Tarik	86



DAFTAR NOTASI

Lambang	Keterangan	Satuan
A	Luas Penampang	mm ²
d	Diagonal	mm
Ep	Energi potensial	Joule
F	Gaya tarik / tekan	N
g	Grafitasi	m/s ²
h	Jarak / ketinggian beban	m
K	Nilai impak	J/mm ²
HV	Nilai kekerasan Vickers	HVN
Cos	Sudut awal pendulum	o
Cos	Sudut akhir pendulum	o



ABSTRAK

Dalam mempertahankan dirinya, Indonesia berusaha meningkatkan dan menargetkan bisa memproduksi peralatan militernya. Karena itu Indonesia melakukan banyak penelitian dan pengembangan industri untuk mengembangkan teknologi militernya. Salah satu bahan untuk peralatan militer adalah plat anti peluru. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sifat mekanik dari plat baja S45C dengan metode pengerasan permukaan (*surface hardening*) sebagai bahan dasar plat tahan peluru. Pengerasan permukaan dilakukan dengan perlakuan panas (*heat treatment*) menggunakan pemanas induksi. Austenisasi dilakukan pada suhu 700°C, 800°C, 900°C yang dicelup pada media *quenching* air dan oli. Hasil pengamatan memperlihatkan adanya perubahan struktur mikro sebelum dan sesudah dilakukan proses *heat treatment* dari ferrite dan pearlite menjadi martensite pada suhu austenisasi 800°C dan 900°C atau bertambah pearlitanya lebih banyak pada suhu austenisasi 700°C dengan media celup air ataupun oli. Dan pada sifat mekanik adanya peningkatan pada kekerasannya mencapai 783 HVN pada variabel suhu austenisasi 900°C media celup air, peningkatan nilai kekuatan tarik 900 Mpa pada variabel austenisasi 900°C media celup oli, dan peningkatan nilai impak mencapai 0,58 J/mm² pada variabel austenisasi 900°C dengan media celup oli. Dari sifat mekanik yang diperoleh dari penelitian, yang mencapai sifat mekanik plat anti peluru adalah kekerasan dan nilai impaknya sedangkan kekuatan tariknya belum tercapai.

Kata Kunci: Baja anti peluru, Plat S45C, *Heat treatment quenching*, Pemanas induksi.