

OPTIMALISASI SIFAT - SIFAT MEKANIK MATERIAL S45C

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri



Era Satyarini

09 06 05987

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA
YOGYAKARTA
2013

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul
OPTIMALISASI SIFAT-SIFAT MEKANIK MATERIAL S45C

yang disusun oleh
Era Satyarini
09 06 05987

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 3 Desember 2013

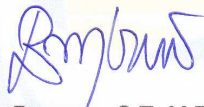
Dosen Pembimbing 1,



Baju Bawono, S.T.,M.T.

Tim Penguji,

Penguji 1,



Baju Bawono, S.T.,M.T.

Penguji 2,



D.M. Ratna Tungga Dewa, S.Si.,M.T

Yogyakarta, 3 Desember 2013
Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Fakultas Teknologi Industri,
Dekan,



Ir. B. Kristyanto, M. Eng., Ph.D.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Era Satyarini

NPM : 09 06 05987

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Optimalisasi Sifat-Sifat Mekanik Material S45C" merupakan hasil penelitian saya pada tahun 2013/2014 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 3 Desember 2013

Yang menyatakan,



Era Satyarini



*"Jangan marah dan iri hati karena Tuhan pasti membela kita
pada saat kita diperlakukan tidak adil oleh dunia ini."*

(Maz. 37:1-8)

Thanks Jesus for everything. :)

Spesial Untuk Kalian Yang Berharga :

Kedua Orang Tua ku Tercinta

Yaksoni dan Tri Supriyani.

Kakak ku Tercinta

Anita Satyawati.

Kekasih ku Tercinta

Kristian Ismartaya.

Sahabat Terbaik ku :

Sulas, Jean, Rini, Eva,

Fany, Xiuling, Juni, Thea,

Elsa, Ayin, Acutt, Amung. :)

KATA PENGANTAR

Tiada kata selain puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan berkat melimpah dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun guna melengkapi syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tugas akhir ini berjudul "Optimalisasi Sifat-Sifat Mekanik Material S45C". Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik moril maupun materiil, oleh karena itu tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus yang telah memberi jalan dan kelancaran di dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Ir. B. Kristyanto, M.Eng, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak The Jin Ai, D.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Romo Agus T. Sriyono selaku direktur ATMI, Bapak Kristian Ismartaya selaku Kepala Bagian WAP, beserta berbagai pihak yang telah membantu kelancaran pembuatan skripsi ini.
5. Bapak Baju Bawono, ST., MT. selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi.
6. Segenap dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang sudah memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan-masukan yang berguna sehingga penulis dapat memperoleh cukup ilmu dan pengalaman sampai saat ini.
7. Kedua orang tua, kakak perempuan, kekasih, dan teman - teman yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menerima saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan pembaca. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua.

Yogyakarta, 3 Desember 2013

Penulis

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Halaman Persembahan	iv
	Kata Pengantar	v
	Daftar Isi	vi
	Daftar Tabel	ix
	Daftar Gambar	xii
	Intisari	xiv
1	Pendahuluan	
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Rumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Batasan Masalah	3
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	
	2.1. Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu	5
	2.2. Perbedaan Penelitian Saat Ini Dengan Penelitian Terdahulu	9
	2.3. Rancangan Penelitian	10
	2.4. Prosedur-Prosedur Metode Campuran	15
	2.5. Model-Model Visual Metode Campuran	16
	2.6. Kuesioner	23
	2.7. Sifat-Sifat Penting Dari Logam	25
	2.8. <i>Heat Treatment</i>	26
	2.9. Proses-Proses <i>Heat Treatment</i>	27
	2.10. <i>Hardening</i>	28
	2.11. <i>Tempering</i>	28
	2.12. <i>Annealing</i>	28
	2.13. <i>Stress Relieving</i>	29
	2.14. Metode Uji Kekerasan Logam	30

2.15.	Kemungkinan-Kemungkinan Cacat, Penyebab, dan Solusi Dalam <i>Hardening</i>	32
2.16.	Pengertian Baja	37
2.17.	Menentukan Titik Ubah atau Titik Henti	40
2.18.	Diagram Besi Karbon	45
2.19.	Temperatur Pengerasan	45
2.20.	Perubahan Susunan	46
2.21.	Diagram Waktu Temperatur Perubahan	49
2.22.	Pengelompokan Baja	51
2.23.	Fasa-Fasa Pada Besi	53
3	Metodologi Penelitian	
3.1.	Langkah-Langkah Sistematis	55
3.2.	Latar Belakang Pemilihan Metode Campuran	60
3.3.	Kelayakan Sumber Daya	62
3.4.	Cara Pengumpulan dan Analisis Data	63
3.5.	Tahapan Penelitian dan Jadwal Pengerjaan	64
4	PROFIL PERUSAHAAN DAN DATA	
4.1.	Profil Perusahaan	65
4.2.	Bahan Baku	65
4.3.	Data Produk	66
4.4.	Data Mesin Produksi	66
4.5.	Data Proses Produksi	66
4.6.	Data Kendala	67
5	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
5.1.	Perhitungan Kuesioner Dengan Responden <i>Expert</i>	68
5.2.	Perhitungan Kuesioner Dengan Responden <i>Beginner</i>	72
5.3.	Perbandingan Kuesioner <i>Expert</i> dan Kuesioner <i>Beginner</i>	76
5.4.	Pengaruh Unsur Karbon dan Unsur Campuran yang Dimiliki Material S45C	78
5.5.	Pengujian Kekerasan Awal Material S45C	79
5.6.	Struktur Mikro Awal Material S45C	82

5.7.	Parameter-Parameter yang Digunakan Dalam Proses <i>Hardening</i> Menurut BOHLER	82
5.8.	Parameter-Parameter yang Digunakan Dalam Proses <i>Hardening</i> Menurut ATMI	82
5.9.	Permasalahan yang Dialami Politeknik ATMI Surakarta	83
5.10.	Penggunaan Material S45C Dalam Bidang Industri	83
5.11.	Rekapan Data Pengerjaan S45C di Politeknik ATMI	83
5.12.	Parameter Variabel Percobaan Kekerasan Material S45C	88
5.13.	Data Percobaan dengan Alternatif 1	91
5.14.	Data Percobaan dengan Alternatif 2	93
5.15.	Data Percobaan dengan Alternatif 3	95
5.16.	Data Percobaan dengan Alternatif 4	97
5.17.	Data Percobaan dengan Alternatif 5	99
5.18.	Data Percobaan dengan Alternatif 6	101
5.19.	Analisis Data Hasil Percobaan Alternatif 1, 2, 3, 4, 5, dan 6	102
5.20.	Data Percobaan dengan Alternatif 7	104
5.21.	Analisis Data Hasil Percobaan Alternatif 3 dan Alternatif 7	106
5.22.	Data Percobaan dengan Alternatif 8	106
5.23.	Analisis Data Hasil Percobaan Alternatif 3 dan Alternatif 8	108
5.24.	Analisis Data Hasil Percobaan Alternatif 3 dan Hasil yang Telah Dicapai ATMI 1 Tahun Terakhir	109
5.25.	Kendala Pembuatan Alternatif	109
5.26.	Struktur Mikro Material S45C Setelah <i>Hardening</i>	109
5.27.	Analisis Perbedaan Hasil Kekerasan Rata-Rata Material S45C di Politeknik ATMI Surakarta dan di Laboratorium Material Teknik	110
6	Kesimpulan	112
	Daftar Pustaka	114

DAFTAR TABEL

JUDUL	HAL
Tabel 2.1. Perbedaan Penelitian Saat Ini dengan Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2.2. Jenis-Jenis Pandangan Dunia	11
Tabel 2.3. Strategi-Strategi Penelitian	11
Tabel 2.4. Ciri-Ciri Metode Kuantitatif, Metode Campuran, dan Metode Kualitatif	15
Tabel 2.5. Ketentuan Skala Indentor dan Aplikasinya	32
Tabel 2.6. Pengertian, Notasi, dan Satuan Besaran	32
Tabel 2.7. Kemungkinan-Kemungkinan Cacat, Penyebab, dan Solusi Dalam <i>Hardening</i> menurut Suroto dan Sudibyo (1983)	33
Tabel 2.8. Kemungkinan-Kemungkinan Cacat, Penyebab, dan Solusi Dalam <i>Hardening</i> menurut Rajan (1994)	34
Tabel 3.1. Tahapan Penelitian dan Jadwal Pengerjaan	64
Tabel 5.1. Perhitungan Bobot Nilai Kuesioner Dengan Responden <i>Expert</i>	68
Tabel 5.2. Jarak Interval dan Kategori Responden <i>Expert</i>	69
Tabel 5.3. Perhitungan Bobot Nilai Kuesioner Dengan Responden <i>Beginner</i>	72
Tabel 5.4. Jarak Interval dan Kategori Responden <i>Beginner</i>	73
Tabel 5.5. Perbandingan Kuesioner <i>Expert</i> dan Kuesioner <i>Beginner</i>	76
Tabel 5.6. Data Uji <i>Rockwell-C</i> Material S45C Sebelum Dipanaskan	80
Tabel 5.7. Parameter <i>Hardening</i> BOHLER	82
Tabel 5.8. Parameter <i>Hardening</i> Politeknik ATMI Surakarta	82
Tabel 5.9. Pengelompokan Media <i>Quenching Water-Oil</i> dan Temper 200°C	84
Tabel 5.10. Data Kekerasan Material S45C Di Politeknik ATMI Media <i>Quenching Water-Oil</i>	84
Tabel 5.11. Pengelompokan Media <i>Quenching Oil</i> dan Temper 200°C	85
Tabel 5.12. Data Kekerasan Material S45C Di Politeknik ATMI Media <i>Quenching Oil</i>	87
Tabel 5.13. Ketentuan <i>Holding Time</i> Menurut <i>Associated Swedish Steels AB</i>	88

Tabel 5.14.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 1 di Politeknik ATMI Surakarta	92
Tabel 5.15.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 1 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	92
Tabel 5.16.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 2 di Politeknik ATMI Surakarta	94
Tabel 5.17.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 2 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	94
Tabel 5.18.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 3 di Politeknik ATMI Surakarta	96
Tabel 5.19.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 3 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	96
Tabel 5.20.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 4 di Politeknik ATMI Surakarta	97
Tabel 5.21.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 4 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	98
Tabel 5.22.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 5 di Politeknik ATMI Surakarta	99
Tabel 5.23.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 5 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	100
Tabel 5.24.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 6 di Politeknik ATMI Surakarta	101
Tabel 5.25.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 6 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	102
Tabel 5.26.	Hasil Kekerasan Percobaan Alternatif 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 di Pengujian ATMI	102
Tabel 5.27.	Hasil Kekerasan Percobaan 1, 2, 3, 4, 5, dan 6	103
Tabel 5.28.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 7 di Politeknik ATMI Surakarta	105
Tabel 5.29.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 7 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	105
Tabel 5.30.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 8 di Politeknik ATMI Surakarta	107
Tabel 5.31.	Data Hasil Pengecekan Kekerasan Alternatif 8 di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	108

Tabel 5.32.	Analisis Data Hasil Alternatif 3 dan 8	108
Tabel 5.33.	Perbandingan Hasil Pengecekan Kekerasan Rata-Rata di Politeknik ATMI Surakarta dan di Laboratorium Material Teknik Atma Jaya	110



DAFTAR GAMBAR

JUDUL	HAL
Gambar 2.1. Eksplanatoris Sekuensial	18
Gambar 2.2. Eksploratoris Sekuensial	19
Gambar 2.3. Strategi Transformatif Sekuensial	20
Gambar 2.4. Strategi Triangulasi Konkuren	21
Gambar 2.5. Strategi <i>Embedded</i> Konkuren	22
Gambar 2.6. Strategi Transformatif Konkuren	22
Gambar 2.7. Metallographi Baja Dengan Berbagai Macam Kadar Karbon	38
Gambar 2.8. Susunan Besi Alpha Ferrit	39
Gambar 2.9. Susunan Besi Gamma Austenit	39
Gambar 2.10. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti	40
Gambar 2.11. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti Kadar Karbon 0,2%	41
Gambar 2.12. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti Kadar Karbon 0,4%	41
Gambar 2.13. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti Kadar Karbon 0,6%	42
Gambar 2.14. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti Kadar Karbon 0,9%	42
Gambar 2.15. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti Kadar Karbon 1,2%	43
Gambar 2.16. Grafik Titik Ubah atau Titik Henti Kadar Karbon 1,4%	43
Gambar 2.17. Fe-C-Diagram Dari Percobaan 1 sampai 6	44
Gambar 2.18. Fase Perubahan pada Fe-C-Diagram	46
Gambar 2.19. Susunan Austenit, Martensit, dan Perlit	48
Gambar 2.20. Susunan Gabungan Austenit dan Martensit	49
Gambar 2.21. <i>TTT-Diagram</i> Isothermik	50
Gambar 2.22. <i>TTT-Diagram</i> Kontinyu	51
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	58
Gambar 5.1. Grafik Persentase Nilai Kuesioner Dengan Responden <i>Expert</i>	69
Gambar 5.2. Grafik Persentase Nilai Kuesioner Dengan Responden <i>Beginner</i>	73
Gambar 5.3. Grafik Perbandingan Kuesioner <i>Expert</i> dan Kuesioner <i>Beginner</i>	78
Gambar 5.4. Pembebanan Besi Dengan Indentor Intan	81

Gambar 5.5. Grafik <i>TTT-Diagram</i> dan Laju Pendinginan Pada Baja Karbon Bukan Paduan Dengan Kadar Karbon 0,83%	90
Gambar 5.6. Grafik <i>TTT-Diagram</i> dan Laju Pendinginan Pada Baja Karbon Bukan Paduan Dengan Kadar Karbon 0,7%	90



INTISARI

Permasalahan yang terjadi di Politeknik ATMI Surakarta adalah kekerasan material S45C tidak sesuai (lebih rendah) dengan data standar kekerasan yang dikeluarkan oleh *vendor*, karena itu perlu dilakukan perbaikan metode untuk mengatasi permasalahan tersebut. Lokasi penelitian dilakukan di Bengkel WAP bagian *Heat Treatment* Politeknik ATMI Surakarta dan Laboratorium Material Teknik Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Metode yang digunakan untuk merancang alternatif perbaikan proses *hardening* S45C adalah Metode Campuran Eksploratoris Sekuensial Pragmatik. Metode ini digunakan karena pada penelitian ini penulis mengambil data kualitatif melalui diskusi, wawancara, literatur jurnal, observasi lapangan, dokumentasi, dan hasil *brainstorming*. Pengambilan data kuantitatif didapatkan dari interpretasi hasil kuesioner dan hasil percobaan yang diperoleh. Hubungan penggunaan data kualitatif dengan data kuantitatif ini disebabkan survei terhadap pengalaman pekerja dan penilaian dari konsumen dapat dilakukan dengan lebih baik hanya jika eksplorasi terhadap cara proses *hardening* oleh pekerja dan konsumen terlebih dahulu diterapkan.

Hasil penelitian ini adalah usulan perbaikan metode proses *hardening* material S45C dengan cara mengubah media *quenching* menjadi *water* kemudian *oil* dengan hasil kekerasan rata-rata 54 HRC dan kenaikan 28,07% dari metode yang diterapkan sebelumnya.

Kata Kunci : Material S45C, Heat Treatment, Metode Campuran, Hardening.