

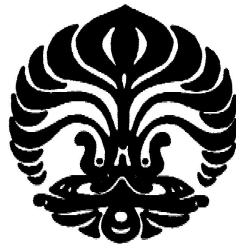
**PENGARUH SILIKON (Si) TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN DARI BAJA TUANG PERKAKAS  
YANG MENGALAMI *FLAME HARDENING***

**SKRIPSI**

Oleh

**HERRY SETIAWAN**

**04 04 04 033 X**



**DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

**PENGARUH SILIKON (Si) TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN DARI BAJA TUANG PERKAKAS  
YANG MENGALAMI *FLAME HARDENING***

**SKRIPSI**

Oleh

**HERRY SETIAWAN**

**04 04 04 033 X**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

**GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**PENGARUH SILICONE (Si) TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN  
DARI BAJA TUANG PERKAKAS YANG MENGALAMI  
*FLAME HARDENING***

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 27 Juni 2008

HERRY SETIAWAN

04 04 04 033 X

## **PENGESAHAN**

skripsi dengan judul:

**PENGARUH SILIKONE (Si) TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN  
DARI BAJA TUANG PERKAKAS YANG MENGALAMI  
*FLAME HARDENING***

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 4 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat / sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 4 Juli 2008

Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Anne Zulfa, M.Sc

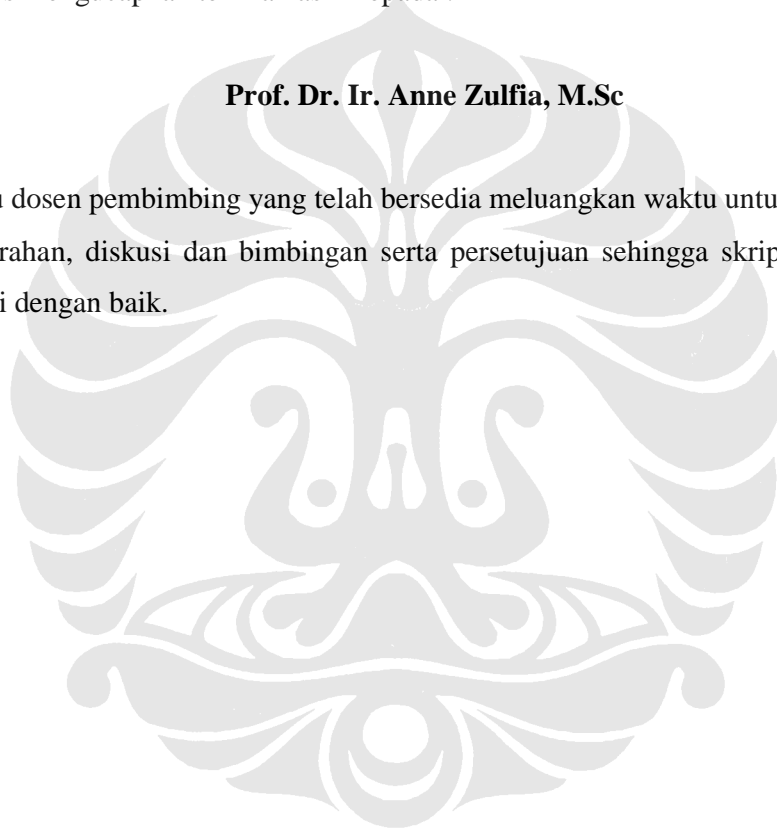
NIP 131 644 678

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



## DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang Penelitian	1
I.2 Tujuan Penelitian	2
I.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
I.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Baja Perkakas ( <i>Tool Steel</i> )	4
II.1.1 Klasifikasi Baja Perkakas	4
II.1.1.1 <i>Baja Perkakas Pengerjaan Dingin</i>	4
II.1.1.2 <i>Baja Perkakas Pengerjaan Panas</i>	5
II.1.1.3 <i>Baja Perkakas Kecepatan Tinggi</i>	5
II.1.1.4 <i>Baja Perkakas Khusus</i>	6
II.1.1.5 <i>JIS SKD 11</i>	6
II.2 Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja Perkakas	7
II.2.1 Elemen Paduan Penting Pada Baja Perkakas	9
II.2.2 Elemen Sisa/Ikutan ( <i>Residual Elements</i> )	12
II.3 Prinsip Perlakuan Panas ( <i>Spherodize Anneal and Tempering</i> )	13

II.4 Prinsip Pengerasan Permukaan ( <i>Flame Hardening</i> )	15
II.4.1 Metode Pengerasan Permukaan ( <i>Flame Hardening</i> )	16
II.4.1.1 <i>Metode Titik</i>	16
II.4.1.2 <i>Metode Progresif</i>	17
II.4.1.3 <i>Metode Putar</i>	17
II.4.1.4 <i>Kombinasi Metode Putar-Progresif</i>	18
II.4.2 Pembakaran Oksi-Asetilena	19
II.4.3 Karakteristik Pemanasan <i>Nozzle</i>	20
II.4.3.1 <i>Distribusi Panas</i>	20
II.4.3.2 <i>Efektivitas Panas</i>	21
II.4.3.2.1 <i>Ukuran Pembakar</i>	21
II.4.3.2.2 <i>Sudut Nyala Api</i>	22
II.4.3.2.3 <i>Tebal Benda</i>	22
II.4.4 Mekanisme Pengerasan	22
II.4.5 Mekanisme Pendinginan Cepat ( <i>Quenching</i> )	23
II.4.5.1 <i>Kecepatan Pendinginan</i>	25
II.4.5.2 <i>Efek Metalurgis Pada Pendinginan Cepat</i>	28
II.4.5.3 <i>Kandungan Karbon dan Kemampukerasan</i>	29
II.4.5.4 <i>Kecepatan Pendinginan Kritis</i>	30
II.4.5.5 <i>Transformasi Fasa (Pembentukan Martensit)</i>	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
III.1 Diagram Alir Penelitian	32
III.2 Perumusan Masalah	32
III.3 Prosedur Persiapan Sampel	33
III.3.1 Proses Pembuatan Sampel	33
III.3.2 Jenis dan Komposisi Material	38
III.3.3 Perlakuan Panas ( <i>Spherodizing anealing and Tempering</i> )	38
III.4 Prosedur Proses Pengujian Pengerasan Permukaan	39
III.5 Prosedur Standar Pengujian Permukaan	41
III.5.1 Pengamatan Struktur Mikro	41
III.5.2 Pengujian Kekerasan Permukaan	41
III.5.3 SEM dan EDS	42

BAB IV HASIL PENELITIAN	43
IV.1 Data Komposisi Material <i>Casting</i>	43
IV.2 Struktur Mikro Setelah Proses Sferoidisasi Anil, <i>Tempering</i> , dan <i>Flame Hardening</i>	44
IV.3 Data Distribusi Kekerasan	49
IV.3.1 Distribusi Kekerasan <i>As-Cast</i>	49
IV.3.2 Distribusi Kekerasan Setelah Proses Sferoidisasi Anil	50
IV.3.3 Distribusi Kekerasan Setelah Proses Temper	50
IV.3.4 Distribusi Kekerasan Setelah Proses <i>Flame Hardening</i>	50
IV.4 Hasil Foto SEM dan EDS	52
IV.4.1 Hasil Foto Menggunakan SEM	52
IV.4.2 Hasil Uji Komposisi Menggunakan EDS	53
IV.4.2.1 Hasil Uji Komposisi Base Metal	53
IV.4.2.2 Hasil Uji Komposisi Oksida	54
BAB V PEMBAHASAN	55
V.1 Persiapan Awal	55
V.2 Karakteristik Sampel Hasil Proses Sferoidisasi anil dan Temper	55
V.3 Karakteristik Sampel Yang Mengalami Pengerasan Permukaan	55
V.3.1 Temperatur dan Distribusi Pemanasan	56
V.3.2 Kecepatan Pendinginan	57
V.3.3 Transformasi Struktur Mikro dan Distribusi Kekerasan	57
V.4 Analisa Hasil Uji SEM dan EDS	59
BAB VI KESIMPULAN	61
DAFTAR ACUAN	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Skematik perubahan lamelar sementit menjadi sferoid selama proses spheroidisasi anil	14
<b>Gambar 2.2</b> (a) Metode progresif;(b) Metode putar	18
<b>Gambar 2.3</b> Kombinasi metode putar-progresif	19
<b>Gambar 2.4</b> Jenis-jenis nyala api: nyala api netral, nyala api oksidasi, dan nyala api reduksi	20
<b>Gambar 2.5</b> Diagram kesetimbangan $Fe_3C$ , dan temperatur proses perlakuan panas	23
<b>Gambar 2.6</b> Gradien temperatur dan faktor utama lain yang mempengaruhi pendinginan cepat (quench) dari sebuah roda gigi	24
<b>Gambar 2.7</b> Kurva pendinginan pada permukaan dan pusat, mengindikasikan tahap-tahap transfer panas dari padatan yang panas ke cairan yang dingin	25
<b>Gambar 2.8</b> Pengaruh agitasi terhadap kurva pendinginan	27
<b>Gambar 2.9</b> Kurva CCT untuk baja Tool Steel , dengan komposisi C (0.95), Si (0.25), Mn (1.20), Cr (0.48), V (0.13), W (0.55) menunjukkan transformasi austenite ke struktur mikro lain sebagai fungsi dari kecepatan pendinginan	28
<b>Gambar 2.10</b> Hubungan antara kandungan karbon dan presentase martensite terhadap kekerasan rockwell C	29
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir penelitian	32
<b>Gambar 3.2</b> Cetakan ini dibuat dengan campuran antara pasir silica dengan air kaca melalui $CO_2$ proses	34
<b>Gambar 3.3</b> Proses peleburan dengan dapur induksi pada temperatur $1650^{\circ}C$	34
<b>Gambar 3.4</b> Proses penuangan baja cair kedalam cetakan pada temperatur $1600^{\circ}C$	34
<b>Gambar 3.5</b> a. Pemotongan sampel, b. Bentuk sampel yang digunakan	36
<b>Gambar 3.6</b> Pemotongan kertas amplas	36
<b>Gambar 3.7</b> Pantulan cahaya pada permukaan hasil poles	37

<b>Gambar 3.8</b> grafik proses spheroidisasi anil	38
<b>Gambar 3.9</b> grafik proses temper	39
<b>Gambar 3.10</b> pengujian flame hardening	40
<b>Gambar 3.11</b> Daerah pengujian kekerasan pada setiap sampel <i>flame hardening</i>	41
<b>Gambar 3.12</b> Daerah pengujian kekerasan mikro ( <i>vickers</i> )	42
<b>Gambar 4.1</b> Foto mikro setelah speroidisasi anil pada temperatur 810°C, etsa nital 3%, (a).Sampel A, 0.884 %Si, (b).Sampel B, 2.078 %Si, (c) Sampel C, 3.081 %Si	44
<b>Gambar 4.2</b> Foto mikro setelah proses temper pada temperatur 640oC, waktu tahan 240 menit, etsa nital 3%. (a).Sampel A 0.884 %Si, (b).Sampel B 2.078% Si, dan (c).Sampel C 3.081 %Si	45
<b>Gambar 4.3</b> Struktur mikro dari sampel A, 0.884 %Si, etsa nital 3% (a) <i>affected zone</i> , (b) <i>semi affected zone</i> , (c) <i>non-affected zone</i>	46
<b>Gambar 4.4</b> Struktur mikro sampel B, 2.078 %Si, etsa nital 3% (a) <i>affected zone</i> , (b) <i>semi affected zone</i> , (c) <i>non-affected zone</i>	47
<b>Gambar 4.5</b> Struktur mikro dari sampel C, 3.081 %Si, etsa nital 3% (a) <i>affected zone</i> , (b) <i>semi affected zone</i> , (c) <i>non-affected zone</i>	48
<b>Gambar 4.6</b> retak mikro dari sampel C, 3.081 %Si setelah <i>flame hardening</i>	49
<b>Gambar 4.7</b> perbandingan nilai kekerasan sampel setelah mengalami proses <i>As-Cast</i> , spheroidisasi anil, <i>tempering</i> , dan <i>flame hardening</i>	51
<b>Gambar 4.8</b> Grafik kekerasan setelah <i>flame hardening</i>	51
<b>Gambar 4.9</b> Foto SEM dari sampel A, 0.884 %Si, perbesaran 200X	52
<b>Gambar 4.10</b> Foto SEM dari sampel B, 2.078 %Si, perbesaran 200X	52
<b>Gambar 4.11</b> Foto SEM dari sampel C, 3.081 %Si, perbesaran 200X	53
<b>Gambar 4.12</b> Grafik hasil uji komposisi <i>base metal</i> dengan EDS	53
<b>Gambar 4.13</b> Grafik hasil uji komposisi oksida dengan EDS	54

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Komposisi kimia baja perkakas JIS SKD 11	7
<b>Tabel 2.2</b> Pengaruh unsur paduan pada baja perkakas	7
<b>Tabel 2.3</b> Pengaruh ukuran nozzle terhadap laju gas, panjang api primer, panas efektif, dan efisiensi panas	21
<b>Tabel 4.1</b> Komposisi kimia baja tuang perkakas mengacu pada JIS SKD 11 menggunakan alat spektrometer	43
<b>Tabel 4.2</b> Data pengujian kekerasan permukaan sampel <i>As-Cast</i>	49
<b>Tabel 4.3</b> Data pengujian kekerasan sampel setelah <i>spherodized anneal</i>	50
<b>Tabel 4.4</b> Data pengujian kekerasan sampel setelah <i>tempering</i>	50
<b>Tabel 4.5</b> Data pengujian kekerasan sampel setelah <i>flame hardening</i>	50
<b>Tabel 4.6</b> Komposisi kimia <i>base metal</i> setelah <i>flame hardening</i> dengan EDS	54
<b>Tabel 4.7</b> Komposisi kimia oksida setelah <i>flame hardening</i> dengan EDS	54