

**ANALISA UKURAN BUTIR FERIT DAN LAJU
KOROSI BAJA HSLA 0.029 %Nb SETELAH CANAI
PANAS**

SKRIPSI

Oleh

NANDYO ALPALMY

04 04 04 05 5Y



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

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

GENAP 2007/2008

**ANALISA UKURAN BUTIR FERIT DAN LAJU
KOROSI BAJA HSLA 0.029 %Nb SETELAH CANAI
PANAS**

SKRIPSI

Oleh

NANDYO ALPALMY

04 04 04 05 5Y



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

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

ANALISA UKURAN BUTIR FERIT DAN LAJU KOROSI BAJA HSLA 0.029 % Nb SETELAH CANAI PANAS

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, 11 Juli 2008

Nandyo Alpalmy

NPM. 04 04 04 05 5Y

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

ANALISA UKURAN BUTIR FERIT DAN LAJU KOROSI BAJA HSLA 0.029 % Nb SETELAH CANAI PANAS

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 27 Juni 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 11 Juli 2008

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir.Rini Riastuti, M.Sc

NIP. 131 614 431

Prof.Dr.Ir.Eddy S Siradj.M.Eng

NIP. 131 286 214

UCAPAN TERIMA KASIH

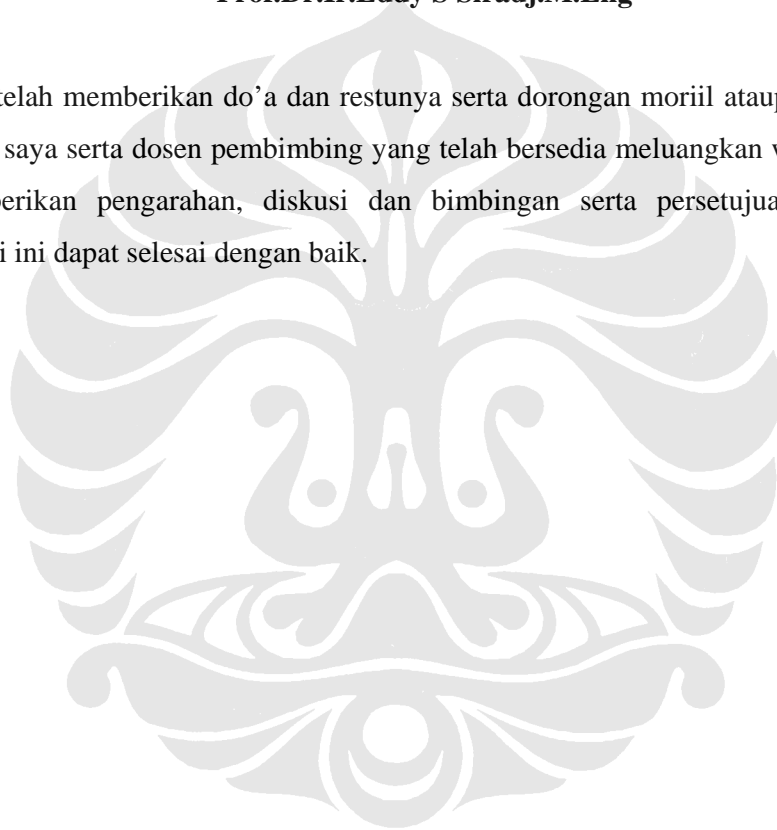
Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Kedua Orang Tua

Ir.Rini Riastuti, M.Sc

Prof.Dr.Ir.Eddy S Siradj.M.Eng

yang telah memberikan do'a dan restunya serta dorongan moriil ataupun materiil untuk saya serta dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 BAJA PADUAN RENDAH KEKUATAN TINGGI (HSLA)	5
2.1.1. Klasifikasi Baja HSLA	5
2.1.2. Aplikasi Baja HSLA	6
2.1.3. Pengaruh Elemen Paduan	7
2.2 PENGUATAN PRESIPITAT BAJA HSLA	10
2.3 PENGHALUSAN BUTIR FERIT	13
2.4 TRANSFORMASI AUSTENIT MENJADI FERIT	13
2.5 <i>THERMOMECHANICAL PROCESSING</i>	14
2.6 PENGENDALIAN UKURAN BUTIR DENGAN Pengerolan Terkendali	16
2.7 PERHITUNGAN BESAR BUTIR	17
2.8 PENGERTIAN UMUM KOROSI ELEKTROKIMIA	19
2.8.1. Termodinamika Korosi	19
2.8.2. Kinetika Korosi	20
2.8.3. Pengukuran Laju Korosi	22

2.8.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Korosi	23
2.8.5. Pengaruh Mikrostruktur Terhadap Korosi	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	26
3.2 PROSEDUR PENELITIAN	27
3.2.1 Benda Uji	27
3.2.2 Persiapan Benda Uji	27
3.2.3 Pemanasan Ulang (<i>Reheating</i>)	27
3.2.4 Proses Canai Panas	28
3.2.5 Pendinginan	30
3.2.5 Pengamatan Metalografi	30
3.2.6 Pengukuran Besar Butir	31
3.2.7 Pengujian Korosi	31
BAB IV HASIL PENELITIAN	33
4.1 UKURAN BUTIR FERIT	33
4.2 DATA DAN PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO	38
4.3. PENGUJIAN KOROSI	41
4.4. PENGUKURAN POTENSIAL	43
BAB V PEMBAHASAN	44
2.1 HUBUNGAN BESAR BUTIR FERIT SETELAH TRANSFORMASI DENGAN BUTIR AWAL AUSTENIT	45
2.2 HUBUNGAN BUTIR FERIT DENGAN DEFOMASI	47
2.3 HUBUNGAN UKURAN BUTIR FERIT DENGAN LAJU KOROSI	50
BAB VI KESIMPULAN	54
DAFTAR ACUAN	55
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pengaruh kecepatan pendinginan terhadap peningkatan nilai <i>yield strength</i> pada baja HSLA 0.15 % V.	8
Gambar 2.2. Pengaruh karbida niobium terhadap nilai <i>yield strength</i> untuk beberapa ukuran karbida.	9
Gambar 2.3 Pengaruh unsur paduan (Niobium, Vanadium, dan Titanium) terhadap ukuran butir ferit	12
Gambar 2.4 Perubahan mikrostruktur yang terjadi selama TMCP	15
Gambar 2.5 Proses pertumbuhan butir sejalan dengan peningkatan waktu	16
Gambar 2.6. Pengkasaran butir austenit selama pemanasan	17
Gambar 2.7. Ilustrasi perhitungan butir menggunakan metode planimetri.	17
Gambar 2.8. Diagram kesetimbangan E-pH untuk besi dan baja	20
Gambar 2.9 Diagram Evans	21
Gambar 2.10 Contoh kasus sel galvanis yang disebabkan oleh defromasi mekanis	24
Gambar 3.1 Skema ukuran dan bentuk benda uji	27

Gambar 3.2. Siklus pemanasan yang dialami benda uji	28
Gambar 3.3. Dapur <i>Eurotherm</i> yang digunakan untuk proses pemanasan ulang	28
Gambar 3.4 Mesin <i>roll</i> yang digunakan untuk proses canai panas	29
Gambar 3.5. <i>Data acquisition</i> yang digunakan selama proses canai panas	29
Gambar 3.6. Tampilan pada layar komputer pada saat proses canai panas	30
Gambar 3.7. Skema persiapan benda uji uji sembur garam	31
Gambar 3.8a Alat uji sembur garam	32
Gambar 3.8b Kabinet alat uji	32
Gambar 4.1. Hubungan besar butir ferit dari baja HSLA 0.029 % Nb untuk beberapa perlakuan	36
Gambar 4.2. Hubungan besar butir austenit dari baja HSLA 0.029 % Nb untuk beberapa perlakuan	37
Gambar 4.3a Struktur mikro awal HSLA 0.029 % Nb (500 X) Etsa 2% nital.	38
Gambar 4.3b Struktur mikro awal HSLA 0.029 %Nb (500X) Etsa picral	38

Gambar 4.4. Butir ferit dari baja HSLA 0.029 % Nb sebelum deformasi (500 X).	39
Gambar 4.5. Butir ferit dari baja HSLA 0.029 % Nb setelah deformasi (500X)	39
Gambar 4.6. Batas butir austenit dari baja HSLA 0.029 % Nb sebelum deformasi (50 X).	40
Gambar 4.7. Batas butir austenit dari baja HSLA 0.029 % Nb Setelah deformasi (100 X).	40
Gambar 4.8. Hubungan kehilangan berat dengan laju korosi dari benda uji sebelum dan sesudah deformasi	42
Gambar 5.1. Hubungan diameter butir ferit dengan diameter butir austenit hasil percobaan dibandingkan dengan model yang dibuat oleh Saito dkk.	46
Gambar 5.2. Perbandingan bentuk butir ferit sebelum (ref Gbr 4.3) dan sesudah deformasi (ref Gbr.4.4)	47
Gambar 5.3. Hubungan diameter butir ferit dengan regangan deformasi hasil percobaan dibandingkan dengan model yang dibuat oleh Saito dkk	50
Gambar 5.4. Hubungan diameter butir ferit hasil percobaan dengan laju korosi	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Komposisi dari baja HSLA yang digunakan dalam penelitian	2
Tabel 2.1. Konstanta kelarutan dan pengkasaran butir	12
Tabel 2.2. Pengali <i>jefferies</i> yang digunakan dalam perhitungan besar butir	18
Tabel 2.3 Konstanta <i>k</i> yang digunakan untuk perhitungan laju korosi	22
Tabel 2.4. Faktor-Faktor yang mempengaruhi korosi	23
Tabel 3.1 Komposisi dari baja HSLA dalam % berat	27
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran besar butir austenit sebelum transformasi untuk baja HSLA 0.029 % Nb sebelum mengalami 30 % deformasi.	33
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran besar butir austenit sebelum transformasi untuk baja HSLA 0.029 % Nb.	33
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran besar butir ferit setelah transformasi untuk baja HSLA 0.029 % Nb sebelum mengalami perlakuan.	34

Nandyo Alpalmy
NPM 04 04 04 055 Y

Dept.of Metallurgy and Materials Engineering Prof.Dr.Ir.Eddy S Siradj,M.Eng

Counsellor

Ir. Rini Riastuti,M.Sc

**FERRITE GRAIN SIZE AND CORROSION RATE ANALYSIS OF HSLA
0.029 wt% Nb AFTER HOT ROLLING PROCESS**

ABSTRACT

Good mechanical properties, such as strength and hardness, is a must have characteristics for high strength low alloy steel in many application. This excellent properties can be achieved through controlling final microstructure. Therefore, thermomechanical treatment was worked out in order to get those properties through grain refinement and precipitation hardening that formed after this process applied. The main objective of this experiment was to measure the ferrite grain size before and after hot rolling process and to calculate the corrosion rates between rolled and un-rolled specimens. A *100x6x60 mm* rolling specimen was cutted from HSLA *slab* containing 0.029 wt% Nb, 0.01 wt% N, 0.087 wt% C and some other micro alloying elements. Specimen then reheated at temperature of approximately 1200 °C then soaked in 60 mins. Specimens then rolled using 20 ton rolling machines and slowly cooled to room temperature at about 6.67°C/min. Metallographic technique was implemented in order to observe the final microstructure. 2% nital etch was used to observe final ferrite size and morphologies while picral used for austenite phase. Grain size was measured using jefferies or planimetric methods according to ASTM E 112. Corrosion test was worked out using salt spray fog test (ASTM B 117). using 3.5% NaCl with 6.8 pH as a salt solution. The specimens then exposed in the chamber for 48 hours and cleaned using 1000 ml HCl, 20 gr antimony (III) trioxide, dan 60 gr tin (II) chloride dihydrate to remove corrosion products. Specimens then weighed to calculate the corrosion rates using weight loss methods. The results of this experiments show that after hot defromation final ferrite grain size was decreased from $17.2 \pm 0.92 \mu\text{m}$ to $15.4 \pm 0.17 \mu\text{m}$ while corrosion rates increased from 106.82 mpy to 114.45 mpy.

Keywords: HSLA 0.029% Nb, corrosion rate, thermomechanical treatment