



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH WAKTU TEKAN PADA STRUKTUR MIKRO LASAN
HASIL PENGELASAN *PORTABLE SPOT WELDING*
SKALA RUMAH TANGGA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1)
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun oleh:
AHMAD MUJIB NIDLOMUDDIN KARIM
L2E606007

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2012**

HALAMAN TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Ahmad Mujib Nidlomuddin Karim
NIM : L2E606007
- Dosen Pembimbing : Ir. Yurianto, MT
Ir. Sumar Hadi Suryo
- Jangka Waktu : 6 (enam) bulan
- Judul : **Pengaruh Waktu Tekan Pada Struktur Mikro Lasan Hasil Pengelasan *Portable Spot Welding* Skala Rumah Tangga.**
- Isi Tugas : Membahas hubungan antara waktu tekan elektroda pada struktur mikro las hasil pengelasan *Portable Spot Welding* skala Rumah Tangga dengan melakukan:
1. Menyetarakan bahan plat baja yang dilas.
 2. Membuat benda uji hasil las titik pada variasi waktu tekan.
 3. Uji mikrografi pada sambungan las titik dan membahas struktur mikro sambungan las dengan menghubungkan variasi tekanan.
 4. Uji kekerasan pada sambungan las titik dan membahas kekerasan mikro sambungan las dengan menghubungkan variasi tekanan.

Semarang, 25 April 2012

Pembimbing I



Ir. Yurianto, MT
NIP. 195507271986031008

Pembimbing II




Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Sarjana ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh sebutan keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah atau karya Tugas Sarjana ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 25 April 2012

Yang Menyatakan,



Ahmad Mujib Nidlomudin Karim

NIM. L2E606007

HALAMAN PENGESAHAN





Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Mujib Nidlomuddin Karim
NIM : L2E606007
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Tekan Pada Struktur Mikro Lasan Hasil Pengelasan *Portable Spot Welding* Skala Rumah Tangga.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

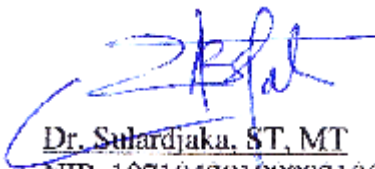
TIM PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Yurianto, MT
Pembimbing II : Ir. Sumar Hadi Suryo
Penguji : Dr. Ir. Eflita yohana, MT
Penguji : Dr. Ing. Ir. Ismoyo Haryanto, MT

()
()
()
()

Semarang, 25 April 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Mujib Nidlomuddin Karim
NIM : L2E606007
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGARUH WAKTU TEKAN PADA STRUKTUR MIKRO LASAN HASIL PENGELASAN *PORTABLE SPOT WELDING* SKALA RUMAH TANGGA

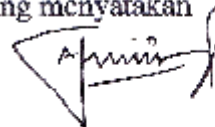
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 25 April 2012

Yang menyatakan



Ahmad Mujib Nidlomuddin Karim
NIM. L2E606007

Pengalaman adalah guru yang terbaik tetapi buanglah pengalaman buruk yang hanya merugikan.

Karya ini kupersembahkan untuk :

Kedua Orang Tuaku (Abdul Wahid Karim dan Robi'ah Wahab), Kakak-kakakku (M. Arif Hakim, M. Haris Zainuddin, dan Ainur Ro'fah Hikmawati), dan Adikku (M. Ilham Azizi).

ABSTRACT

In spot welding, we often encountered some kind of intricate workmanship, thus a practical, economical, and efficient spot welding machine is necessary. To meet the needs of the welding point, the problems are mechanical properties and microstructure of the nugget as the result of spot welding using a spot welding machine is unknown.

Therefore in this paper will discuss about optimum the microstructure and mechanical properties nugget that produced by the spot welding machine. This research used 1 mm thickness steel. To find out the results from the welding point, there are several parameters that must be considered. It can be found by doing testing of welded joints nugget among other points of the weld microstructure and hardness against nugget spot welded joints. Based on this, the expected results of this study is to spot welding using a welding machine design point obtained nugget optimum thickness but with changes to the plate in the weld detail.

The results of the base metal microstructure consist of ferrite and pearlite microstructure does not change the effect of variations in the time of press 10, 20, 30, 40, and 50 seconds, hardness test results of 142,2 VHN, thus base metal at the region is malleable. Granulated on HAZ microstructure (ferrite and pearlite) look smaller than the base metal microstructure, hardness of the test results as low as 256,3 VHN at press time 40 seconds, and the highest was 340 VHN in the suppression 10 and 50 seconds, thus HAZ at the region is hardenable. On the microstructure of weld metal such as needle-shaped bainite is formed, the lowest hardness test results of 392,3 VHN at 40 seconds and hit a high of 430,3 VHN at press time of 30 seconds, thus weld metal at the region is hardenable and brittle. The optimum pressing is 40 second. There was no cracking phenomenon on microstructure test.

Keywords: spot welding, nugget, hardness test, microstructure, welding defects.

ABSTRAK

Pada pengelasan titik, beberapa macam pengerjaan yang rumit seringkali kita jumpai, sehingga diperlukan suatu mesin las titik yang praktis, ekonomis, dan efisien. Permasalahannya adalah belum diketahui secara pasti sifat mekanis dan struktur mikro nugget hasil pengelasan titik dengan menggunakan mesin las titik tersebut.

Tugas akhir ini akan membahas tentang struktur mikro dan sifat mekanis nugget optimum yang dihasilkan oleh mesin las titik hasil rancangan. Material yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan ketebalan 1 mm. Untuk mengetahui hasil dari pengelasan titik, parameter yang harus diperhatikan antara lain struktur mikro dan uji kekerasan terhadap nugget sambungan las titik. Berdasarkan hal tersebut, hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dengan pengelasan titik menggunakan mesin las titik rancangan diperoleh tebal nugget yang optimum tetapi dengan perubahan terhadap plat yang di las yang sekecil-kecilnya.

Hasil pada struktur mikro *base metal* terdiri dari ferit dan perlit tidak terjadi perubahan struktur mikro dari efek variasi waktu tekan 10, 20, 30, 40, dan 50 detik, hasil uji kekerasan sebesar 142,2 VHN, sehingga pada daerah *base metal* bersifat lunak. Pada struktur mikro *HAZ* butirannya (ferit dan perlit) terlihat lebih kecil dibandingkan dengan struktur mikro *base metal*, dari hasil uji kekerasan terendah sebesar 256,3 VHN pada waktu tekan 40 detik, dan tertinggi sebesar 340 VHN pada penekanan 10 dan 50 detik, sehingga pada daerah *HAZ* bersifat keras. Pada struktur mikro *weld metal* terbentuk bainit berbentuk seperti jarum, hasil uji kekerasan terendah sebesar 392,3 VHN pada waktu tekan 40 detik dan tertinggi sebesar 430,3 VHN pada waktu tekan 30 detik, sehingga pada daerah *weld metal* bersifat keras dan getas. Waktu tekan optimum yaitu 40 detik. Pada struktur mikro tidak ditemukan fenomena retak.

Kata Kunci : las titik, nugget, uji kekerasan, struktur mikro, cacat las.

PRAKATA

Dari penelitian tentang *nugget* las titik yang telah penulis lakukan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Waktu Tekan Pada Struktur Mikro Lasan Hasil Pengelasan *Portable Spot Welding* Skala Rumah Tangga”.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Yurianto, MT selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Sumar Hadi Suryo selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan petunjuk yang bermanfaat.
3. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis membuka pintu seluas-luasnya untuk saran serta kritik yang bersifat membangun demi keberhasilan semuanya. Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Semarang, 25 April 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN DAN MANFAAT	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 METODE PENELITIAN.....	2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II.....	4
DASAR TEORI	4
2.1 Pengelasan Baja Karbon Rendah.....	4
2.1.1 Klasifikasi baja karbon rendah.....	4

2.1.2	Sifat mampu las dari baja karbon rendah	4
2.1.3	Cara pengelasan baja karbon rendah.....	4
2.2	Solidifikasi Pada Las Titik	4
2.3	Metalurgi Pengelasan	6
2.3.1	Diagram Fasa	6
2.3.2	Diagram <i>Continous Cooling Transformation</i> (CCT).....	8
2.3.3	Transformasi HAZ Baja Lasan (<i>Steel Weld</i>).....	9
2.3.4	Sifat Mampu Las	10
2.4	Retakan.....	10
2.4.1	Retakan Pembekuan (Solidification Crack).....	10
2.4.2	Liquation Crack.....	11
2.5	Pengujian <i>Nugget</i> Pada Las Titik	12
2.5.1	Uji Komposisi	12
2.5.2	Uji Kekerasan.....	13
2.5.3	Uji Mikrografi	15
BAB III	20
METODE PENELITIAN	20
3.1	Metode Yang Digunakan.....	20
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.3	Pengelasan Titik	22
3.3.1	Alat dan Bahan yang Digunakan.....	23
3.3.2	Prosedur Pengelasan.....	23
3.4	Pengujian Komposisi.....	23
3.4.1	Peralatan Pengujian.....	24
3.4.2	Prosedur Pengujian	24

3.5	Pengujian Kekerasan	26
3.5.1	Peralatan Pengujian	26
3.5.2	Prosedur Pengujian	27
3.6	Pengamatan Struktur Mikro	29
3.6.1	Peralatan dan Bahan	30
3.6.2	Prosedur Pengujian	30
BAB IV		33
HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Uji Komposisi	33
4.1.1	Hasil	33
4.1.2	Pembahasan	34
4.1.3	Sifat Mampu Las	38
4.2	Uji Kekerasan	39
4.2.1	Hasil	39
4.2.2	Pembahasan	40
4.3	Uji Mikrografi	41
4.3.1	Hasil	41
4.3.2	Pembahasan	41
4.4	Identifikasi Prosentase Ferit Dan Perlit	50
4.5	Terbentuknya <i>Nugget</i>	54
4.6	Perubahan Waktu Tekan Pada Bentuk Struktur Mikro	54
BAB V		56
PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56

DAFTAR PUSTAKA57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema struktur nugget dengan pendinginan seragam.....	5
Gambar 2.2 Skema struktur nugget pendinginan pada elektroda lebih cepat dari logam dasar	6
Gambar 2.3 Skema struktur nugget pendinginan logam dasar lebih cepat dari elektroda	6
Gambar 2.4 Diagram fasa besi karbon.....	7
Gambar 2.5 Diagram CCT.....	8
Gambar 2.6 Cara pengukuran diameter pada indentor vickers.....	14
Gambar 2.7 Macam –Macam Lekukan yang Dihasilkan Penumbuk Intan.....	14
Gambar 2.8 Struktur mikro austenite.....	15
Gambar 2.9 Struktur mikro ferit.....	16
Gambar 2.10 Struktur mikro perlit ($\alpha + Fe_3C$).....	17
Gambar 2.11 Struktur mikro martensit.....	18
Gambar 2.12 Struktur mikro perlit.....	18
Gambar 2.13 (a) Struktur bainit bawah (b) Struktur bainit atas.....	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 3.2 Mesin spektrometer (Laboratorium Metal Politeknik Manufaktur Bandung).	24
Gambar 3.3 Konfigurasi pengujian komposisi (Laboratorium Metal Politeknik Manufaktur Bandung).	24
Gambar 3.4 Diagram alir uji komposisi.....	26
Gambar 3.5 Alat uji kekerasan <i>vickers</i>	27
Gambar 3.6 Pengamatan indentasi pada lensa okuler mikroskop.....	27
Gambar 3.7 Diagram Alir Pengujian Kekerasan.....	29
Gambar 3.8 Optical microscope. (Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung).....	30
Gambar 3.9 Diagram Alir Pengamatan Struktur Mikro.....	31
Gambar 3.10 Garis potongan lasan.....	32
Gambar 3.11 Benda Uji.....	32
Gambar 4.1 <i>Portable spot welding</i> skala rumah tangga.....	33

Gambar 4.2 Diagram alir menentukan standar logam.	37
Gambar 4.3 Grafik Nilai Kekerasan Hasil Pengujian.	40
Gambar 4.4 Struktur mikro <i>base metal</i>	41
Gambar 4.5 Ferit dan perlit A 36.	41
Gambar 4.6 Struktur mikro <i>HAZ</i>	42
Gambar 4.7 Struktur mikro <i>weld metal</i>	43
Gambar 4.8 Bainit A.	43
Gambar 4.9 Struktur mikro <i>base metal</i>	44
Gambar 4.10 Struktur mikro <i>HAZ</i>	44
Gambar 4.11 Struktur mikro <i>weld metal</i>	45
Gambar 4.12 Struktur mikro <i>base metal</i>	45
Gambar 4.13 Struktur mikro <i>HAZ</i>	46
Gambar 4.14 Struktur mikro <i>weld metal</i>	46
Gambar 4.15 Struktur mikro <i>base metal</i>	47
Gambar 4.16 Struktur mikro <i>HAZ</i>	47
Gambar 4.17 Struktur mikro <i>weld metal</i>	48
Gambar 4.18 Struktur mikro <i>base metal</i>	48
Gambar 4.19 Struktur mikro <i>HAZ</i>	49
Gambar 4.20 Struktur mikro <i>weld metal</i>	49
Gambar 4.21 Tampilan <i>ImageJ</i> pada komputer.	50
Gambar 4.22 <i>Set measurement</i>	50
Gambar 4.23 Setting satuan hasil, daerah yang akan dianalisa, dan warna gambar.	51
Gambar 4.24 Struktur mikro <i>base metal</i> waktu tekan 10 detik.	51
Gambar 4.25 Hasil <i>ImageJ</i>	52
Gambar 4.26 Hasil Prosentase ferit.	52
Gambar 4.27 Struktur mikro <i>base metal</i> , <i>HAZ</i> , dan <i>weld metal</i>	53
Gambar 4.28 Proses Terbentuknya <i>Nugget</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi <i>portable spot welding</i>	33
Tabel 4.2 Komposisi logam dasar.....	34
Tabel 4.3 Komposisi kimia A 668 (<i>maximum weight percentage</i>).....	36
Tabel 4.4 Tabel Komposisi Kimia.....	38
Tabel 4.5 Nilai Kekerasan Vickers (VHN) <i>Base Metal</i>	39
Tabel 4.6 Nilai Kekerasan Vickers (VHN) <i>HAZ</i>	39
Tabel 4.7 Nilai Kekerasan Vickers (VHN) <i>Weld Metal</i>	39
Tabel 4.8 Hasil Prosentase Ferit.....	53

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Notasi	Keterangan	Satuan
CE	karbon ekuivalen	-
D	panjang diagonal rata-rata (pada kekerasan vickers)	mm
H	jumlah panas yang dihasilkan	Joule
HV	nilai kekerasan vickers	kg/mm ²
I	arus listrik	Ampere
P	beban yang diterapkan	kg
R	resistansi	ohm, (Ω)
t	waktu pengelasan	detik
V	tegangan	volt
θ	sudut antara permukaan intan yang berlawanan= 136^0 (pada kekerasan vickers)	derajat