

TUGAS SARJANA

**PENGARUH TEKANAN ELEKTRODA PADA STRUKTURMIKRO,
KEKERASAN DAN KELIATAN *NUGGET* HASIL LAS TITIK
SKALA INDUSTRI RUMAHAN**



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

Disusun oleh:

**AHMAD UJANG MALIKUL ASHAR
L2E 003384**

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

2010

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Ahmad Ujang Malikul Ashar
Nim : L2E 003384

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Yurianto, MT
2. Ir. Sumar Hadi Suryo

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Pengaruh tekanan elektroda pada struktur mikro kekerasan dan keliatan *nugget* hasil las titik skala industri rumahan

Isi Tugas

1. Pembuatan benda uji
2. Melakukan pengujian benda uji meliputi: uji metalografi, uji kekerasan, peel test dan uji komposisi logam dasar.
3. Analisa unsur yang terkandung pada logam dasar las dan analisis struktur mikro, kekerasan dan keliatan sambungan las titik.
4. Menghitung karbon ekivalen pada logam dasar

Semarang, 23 Mei 2010

Menyetujui,
Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Yurianto, MT
NIP. 1955072741986031002

Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul "*Pengaruh Tekanan Elektroda pada Struktur mikro, Kekerasan dan Keliatan Nugget Hasil Las Titik Skala Industri Rumahan*" disusun oleh :

Nama : Ahmad Ujang Malikul Ashar

NIM : L2E003384

telah disetujui pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 11 Juni 2010

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Yurianto, MT
NIP. 1955072741986031002

Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

Pembantu Dekan I
FT UNDIP

Koordinator TA

Ir. Bambang Pudjianto, MT
NIP. 195212051985031001

Dr. MSK. Tony Suryo U, ST,MT
NIP : 197104211999031003

ABSTRACT

Resistance spot welding is a process of joining two or more metal sheets by fusion at discrete spots at the sheets interface. Resistance to current flow through the metal sheets generates heat. Temperature rises at the sheet interface till the plastic point of the metal is reached, the metal will begin to fuse and a nugget is formed. This paper is aimed to analyze the effect of electrode force on spot welding nugget's microstructure and hardness. Some material examinations which have been done include spectrometric test to know about composition, vickers hardness test to measure hardness and optical metallographic test for observing microstructure and peel test to knowing the weld's toughness. The experiment result showed that the material used classified to low carbon and low alloy steel which was equal to AISI 1010 steel. Microstructure which was formed was FeC with ferrite-perlite and bainite structure. Giving variation force on electrode, obtained hardness of weld about 138,2HVN, 181,2HVN, 138,78HVN, 150,7HVN and 134,54HVN. It's coming near of base metal hardness about 165,7 HVN. Peel test examination showed that the weld has a ductility by a correct welding procedure and the spot welding machine in optimal condition. Fused diameter about 1,8mm have fulfilled AWS standard. Giving the same electrode force during welding process showed it's influence less on welding joint, while giving low electrode force in early welding process and more by the end off welding process showed that nugget was formed

Keywords: *Electrode force, nugget, hardness, microstructure, spot welding*

ABSTRAK

Pengelasan titik merupakan sebuah proses penyambungan dua buah plat atau lebih pada titik titik terpisah pada permukaan plat. Resistansi dari aliran arus pada plat menimbulkan panas. Kemudian terjadi kenaikan temperatur pada permukaan kontak plat hingga mencapai titik lebur plat sehingga menyatu dan terbentuklah nugget las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan elektroda mesin las titik terhadap karakteristik nuggetnya. Beberapa pengujian yang telah dilakukan adalah pengujian spektrometri untuk mengetahui komposisi elemen paduan dari spesimen, pengujian kekerasan vickers untuk mengetahui tingkat kekerasan nugget, pengujian metalografi optik untuk mengetahui strukturmikro dan peel test untuk mengetahui ketangguhan sambungan las. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa bahan material yang digunakan tergolong baja karbon rendah dan baja paduan rendah yang ekuivalen dengan AISI 1010. Struktur mikro yang terlihat adalah FeC (besi karbon) dengan struktur ferit-perlit dan bainit. Pemberian variasi tekanan elektroda sebesar 5N, 10N, 15N, 20N dan 25N menghasilkan nilai kekerasan sambungan sebesar 138,2HVN, 181,2HVN, 138,78HVN, 150,7HVNdan 134,54HVN yang mendekati nilai kekerasan logam dasar sebesar 165,7HVN. Pengujian peel test menunjukkan hasil sambungan las cukup liat dengan prosedur pengelasan yang tepat dan pada saat mesin las titik dalam kondisi optimal. Diameter daerah leburan 1,8mm telah memenuhi standar AWS. Pemberian tekanan elektroda yang sama besar selama proses pengelasan pengaruhnya kurang signifikan pada hasil sambungan las titik skala industri rumahan, sedangkan pemberian tekanan elektroda cukup kecil pada awal pengelasan dan lebih besar pada akhir pengelasan menunjukkan terbentuknya nugget las titik.

Kata-kata kunci: tekanan elektroda, nugget, kekerasan, mikrostruktur, las titik

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu pasti ada kemudahan , maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap
(Q.S. Al Insyiraah 6-8)

Kupersembahkan karyaku ini kepada:
” Ayah dan ibuku serta keluargaku semua,
atas semua kasih sayang, pengorbanan dan doanya selama ini”

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmatNya sehingga Tugas Sarjana dengan judul “Pengaruh tekanan elektroda pada struktur mikro kekerasan dan keliatan *nugget* hasil las titik skala industri rumahan” ini terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun untuk mengetahui unjuk kerja mesin las titik skala industri rumahan hasil rancangan sehingga dapat diperoleh kualitas sambungan las yang optimum.

Dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Sarjana ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, maka dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Yurianto, MT, selaku pembimbing Tugas Sarjana kami, atas segala bimbingan, saran dan segala pemikiran yang sangat membuka wawasan bagi penulisan Tugas Sarjana ini.
2. Ir. Sumar Hadi Suryo selaku co-pembimbing, atas segala bimbingan, saran dan pemikirannya untuk penyelesaian Tugas Sarjana ini
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Diponegoro, atas segala ilmu, bimbingan dan teladannya yang membangun wawasan penulis.
4. Semua pihak terkait yang terlibat dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari sempurna. Segala kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang akan sangat dihargai.

Akhir kata, semoga materi Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan kita semua.

Semarang, 18 Juni 2010

Penulis

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Ujang Malikul Ashar

NIM : L2E003384

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Universitas : Diponegoro Semarang

Menyatakan dengan sebenar- benarnya bahwa Tugas Akhir ini tidak menjiplak dari orang lain. Segala sesuatu yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini dan pengambilan sumber semua tercantum dalam daftar pustaka, sadar dan menyatakan Tugas Akhir ini asli.

Semarang, 23 Juni 2010

Ahmad Ujang Malikul Ashar

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN TUGAS SARJANA	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Pengelasan titik	6
2.1.1 Cara Kerja Mesin Las Titik	7
2.1.2 Sumber panas pada pengelasan titik	8
2.1.3 Pengaruh Arus Listrik	9
2.1.4 Pengaruh Waktu Pengelasan	10
2.1.5 Pengaruh Tahanan Listrik	11
2.1.6 Pengaruh Gaya Tekan Elektroda	12

	2.2 Metalurgi Las	12
	2.2.1 Diagram Fasa Besi Karbon	12
	2.2.2 Diagram Continuous Cooling Transformation	19
	2.2.2 Sifat Mampu Las (Weldability)	21
	2.3 Pengujian Material	21
	2.3.1 Pengujian Komposisi	21
	2.3.2 Pengujian kekerasan	22
	2.3.3 Pengujian mikrografi	24
	2.3.4 Pengujian peel test	24
BAB III	METODE PENELITIAN	26
	3.1 Diagram Alir Proses Penelitian	26
	3.2 Pembuatan Benda Uji dengan pengelasan	28
	3.2.1 Alat dan Bahan yang digunakan	28
	3.2.2 Prosedur Pengelasan	28
	3.3 Prosedur Pengujian hasil lasan	29
	3.3.1 Pengujian Komposisi	29
	3.3.2 Pengujian Kekerasan	33
	3.3.3 Pengujian mikrografi	35
	3.3.3 Pengujian peel test	37
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	38
	4.1 Pengujian Komposisi	38
	4.1.1 Hasil Pengujian Komposisi Spesimen uji	38
	4.1.2 Analisa Hasil Pengujian Komposisi	39
	4.2 Sifat Mampu Las	41
	4.3 Pengujian Kekerasan	42
	4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan nuget	42
	4.3.2 Analisa Hasil Pengujian Kekerasan	43
	4.4 Pengujian mikrografi	44

	4.4.1 Hasil uji mikrografi	44
	4.4.2 Analisa mikrografi	53
	4.4.3 Ukuran butir dengan metode jeffrey	55
	4.5 Hasil Pengujian peel test	56
BAB V	PENUTUP	57
	5.1 Kesimpulan	57
	5.2 Saran	
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
2.1 Pengelasan resistansi listrik	6
2.2 (a) Tahapan siklus pengelasan titik, (b) Gaya tekan dan arus listrik yang	8
2.3 Diagram fasa besi-karbon	12
2.4 Struktur kristal ferit b) skema penampang ferrite	13
2.5 (a) Struktur kristal austenit(b) skema penampang austenit	14
2.6 Struktur kristal sementit	15
2.7 pembentukan martensit	16
2.8 Struktur Perlit	17
2.9 Struktur kristal bainit	17
2.10 Diagram pendinginan kontinyu	18
2.11 Gambar bagian lasan	19
2.12 Skema pengidentasian metode <i>Vickers</i> [22
2.13 Tipe lekukan piramid intan.	22
2.14 Skema peel test	23
3.1 Diagram alir penelitian	25
3.2 Mesin las titik skala industri rumahan	27
3.3 Bandul Beban	27
3.4 Mesin spektrometer untuk uji komposisi	28
3.5 Konfigurasi pengujian komposisi elemen paduan	29
3.6 Diagram alir uji komposisi	31
3.7 <i>Alat uji kekerasan vickers</i>	31
3.8 Diagram alir pengujian kekerasan <i>vickers</i>	33
3.9 gelas ukur dan reaktan	34
3.10 mesin polisher	34
3.11 Mikroskop	34

3.12	Skema peel test	35
3.12	Diagram alir peel test	36
4.1	Grafik Perbandingan Nilai kekerasan nugget las titik dengan logam dasar	42
4.2	struktur mikro sambungan las pada tekanan elektroda 5N	44
4.3	Sambungan las (a) Logam dasar, (b) HAZ, (c) Logam las	44
4.4	Atlas Struktur mikro(a) perlit dan ferit batas butir	45
4.5	struktur mikro sambungan las pada tekanan elektroda 10N	46
4.6	Sambungan las (a) Logam dasar dan HAZ, (c) Logam las	46
4.7	Atlas Struktur mikro(a) perlit dan ferit batas butir (b) perlit dan ferit acicular	46
4.8	struktur mikro sambungan las pada tekanan elektroda 15N	47
4.9	Sambungan las (a) Logam dasar, (b) HAZ, (c) Logam las	47
4.10	Struktur mikro(a) perlit dan ferit batas butir (b) bainit bawah	48
4.11	struktur mikro sambungan las pada tekanan elektroda 20N	48
4.12	Sambungan las (a) Logam dasar, (b) HAZ, (c) Logam las	49
4.13	Struktur mikro(a) perlit dan ferit batas butir (b) ferit acicular	49
4.14	struktur mikro sambungan las pada tekanan elektroda 25N	50
4.15	Sambungan las (a) Logam dasar, (b) HAZ, (c) Logam las	50
4.16	struktur mikro (a) ferit perlit, (b) Ferit acicular, (c) bainit bawah	50
4.17	Skema pengaruh panas pada sambungan las	52
4.18	hasil peel test	53

DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
2.1	Standar AWS lebar diameter daerah leburan	24
4.1	Hasil pengujian komposisi elemen paduan baja plat	38
4.2	spesifikasi baja karbon rendah	41
4.3	hasil uji kekerasan nugget dengan tekanan elektroda	42
4.4	tabel diameter button	53

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

		Satuan
α	= Fasa <i>Ferrite</i> Alfa.	[-]
δ	= Fasa <i>Ferrite</i> Delta.	[-]
γ	= Fasa <i>Austenite</i> .	[-]
Fe_3C	= Fasa <i>Cementite</i> .	[-]
β	= Sudut indentor.	[°]
d	= Diagonal indentasi.	[mm]
<i>AISI</i>	= <i>American Iron and Steel Institute</i> .	[-]
<i>AWS</i>	= <i>American Welding Society</i>	[-]
<i>BCC</i>	= <i>Body-Centered-Cubic</i> .	[-]
<i>CE</i>	= <i>Carbon Equivalent</i> .	[%]
<i>EDX</i>	= <i>Energy Dispersive X-Ray</i> .	[-]
<i>FCC</i>	= <i>Face-Centered Cubic</i> .	[-]
<i>HAZ</i>	= <i>Heat Affected Zone</i> .	[-]
<i>HCP</i>	= <i>Hexagonal Closed-Packed</i> .	[-]
J	= Parameter kepekaan retak penggetasan <i>temper</i> .	[%]
P	= Pembebanan indentasi.	[kgf]
P_{cm}	= Parameter kepekaan retak dingin.	[%]
P_{sr}	= Parameter kepekaan retak pembebasan tegangan.	[%]
<i>SEM</i>	= <i>Scanning Electron Microscope</i> .	[-]
<i>TS</i>	= <i>Tensile Strength</i> .	[Mpa]
<i>UCS</i>	= Parameter kepekaan retak panas.	[%]
<i>VHN</i>	= <i>Vickers Hardness Number</i> .	[kg/mm ²]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada awalnya pengelasan hanya berfungsi untuk perbaikan dan pemeliharaan alat-alat yang terbuat dari logam baik itu berupa penyambungan, penambalan, maupun sebagai alat pemotongan bagian-bagian yang akan di buang atau diperbaiki. Namun, dalam perkembangannya kebutuhan terhadap