

**PENGARUH VARIASI BESAR ARUS PENGELASAN DAN JENIS ELEKTRODA LAS TIG
(TUNGSTEN INNERT GAS) PADA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP KEKUATAN TARIK
DAN BENDING**

Inggil Katulistiwa

S1 Pendidikan Teknik Mesin Produksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Inggil.katulistiwa@gmail.com

Yunus

Jurusan Teknik Mesin Produksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
brilian818@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan dan jenis elektroda las TIG pada baja karbon rendah terhadap kekuatan tarik dan bending.

Metode penelitian eksperimen. Penelitian ini menggunakan bahan baja paduan rendah yang mengandung kadar C = 0,098 %, Si = 0,228 %, Mn = 1,489 %, S = 0,007 %, P=0,014 %, Ni = 0,151 %, Nb = 0,06, Cr=0,085%, V=0,05%, W=0,05 %, Ti=0,01%. Benda kerja yang digunakan sebanyak 38 spesimen yang mendapatkan perlakuan berbeda dalam proses pengerjaannya, yaitu berbebeda variasi arus listrik dan variasi jenis elektroda tungsten yang digunakan. Arus yang digunakan antara lain 90 Ampere, 110 Ampere dan 30 Ampere dengan menggunakan las TIG DC polaritas lurus. Elektroda tungsten menggunakan dua tipe yaitu EWTh-2 dan EWP. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 70°. Alat uji yang digunakan untuk mengukur kekuatan tarik dan bending tersebut adalah Geotech,model GT-7001-LC 30.

Dari penelitian ini diperoleh hasil : (1) kekuatan tarik tertinggi adalah kelompok spesimen yang menggunakan elektroda tungsten EWTh-2 dengan arus 130 Ampere yaitu sebesar 382,7 dibandingkan dengan kelompok spesimen yang menggunakan elektroda EWP dengan arus 130 Ampere yaitu sebesar 374,3 MPa. (2) Kekuatan bending tertinggi diperoleh kelompok spesimen elektroda tungsten EWP yang menggunakan arus sebesar 130 Amper yaitu sebesar 3716,13 MPa, dibandingkan dengan spesimen elektroda EWTh-2 yang menggunakan arus 130 Ampere yaitu sebesar 2047,23MPa.

Kata kunci : Las TIG, Uji tarik, Uji bending .

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of welding current and electrode type TIG welding on low carbon to tensile and bending strength .

Experimental research methods . This study used a low alloy steel materials which contain high levels of C = 0.098 % , Si = 0.228 % , Mn = 1,489 % , S = 0.007 % , P = 0.014 % , Ni = 0.151 % , Nb = 0.06 , Cr = 0.085 % , V = 0.05 % , W = 0.05 % , Ti = 0.01 % . Workpiece that is in use as much as 38 specimens were treated differently in the course of the work , namely berbebeda electric current variation and variation types of tungsten electrodes are used . Flows used include 90 Amperes , 110 Amperes and 30 Amperes DC TIG welding using straight polarity . Tungsten electrode using two types of EWTh - 2 and EWP . Type hem hem V is used with angle 70o .. Test equipment used to measure the tensile strength and the bending is Geotech , Model GT - 7001 - LC 30 .

Results obtained from this study : (1) the highest tensile strength of the specimen is a group that uses a tungsten electrode EWTh - 2 with a 130 ampere current is equal to 382.7 compared with specimens using EWP electrodes with a current of 130 amperes is 374.3 MPa . (2) The power of the highest bending specimens obtained by tungsten electrodes EWP group that uses a current of 130 amperes is equal to 3716.13 MPa , compared with the specimen electrode EWTh - 2 which uses 130 Ampere current is equal to 2047.23 MPa .

Keywords : Las TIG , tensile test , bending test

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang disertai oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang pesat dewasa ini menciptakan era globalisasi dan keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta didalamnya, sehingga sumber daya manusia harus menguasai IPTEK serta mampu mengaplikasikannya dalam setiap kehidupan.

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan.

Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiriyosumarto, 2000).

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las TIG mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 90 A, 110 A dan 130 A. Pengambilan 90 A dimaksudkan sebagai pembandingan dengan interval arus di atas. Penelitian ini dilakukan oleh peneliti menggunakan las *DCSP (Direct Current Straight Polarity)* Dengan cara ini busur listrik bergerak dari elektrode ke material dasar sehingga tumbukan elektron berada di material dasar yang berakibat 2/3 panas berada di material dasar dan 1/3 panas berada di elektroda. Cara ini akan menghasilkan pencairan material dasar lebih banyak dibanding elektrodanya sehingga hasil las mempunyai penetrasi yang dalam, sehingga baik digunakan pada pengelasan yang lambat. Dan baja yang digunakan adalah baja karbon rendah yang juga disebut baja lunak, baja lunak ini adalah baja mudah dilas, dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada di dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya dipenuhi. Baja karbon rendah memiliki sifat kepekaan retak las atau *weldability* yang baik dibandingkan dengan baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. tetapi retak las pada baja ini dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan pelat tebal atau bila didalam baja tersebut terdapat belerang bebas yang cukup tinggi. Retak las yang mungkin terjadi pada pengelasan pelat tebal dapat dihindari dengan pemanasan mula atau dengan menggunakan elektroda hydrogen rendah, Kelebihan lain dari pengelasan baja karbon rendah diantaranya biaya murah, proses relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif.

Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat

tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan las TIG (*Tungsten Inert Gas*). Hal ini sangat erat hubungannya dengan arus listrik, cacat las, serta retak yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas.

Didalam pengelasan ini, besar arus sangat mempengaruhi energi yang dihasilkan. Dengan adanya aliran kuat arus pada suatu penghantar energi yang berasal dari energi listrik dapat diubah menjadi energi panas. Panas yang terjadi selama proses pengelasan digunakan untuk melelehkan logam induk, Energi yang dihasilkan merupakan daya yang dipakai selama waktu tertentu.

Maka dari itu untuk mengusahakan terhadap hasil pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas. Untuk itu penelitian tentang pengelasan sangat mendukung dalam rangka memperoleh hasil pengelasan yang baik.

Untuk dapat mengetahui pengaruh variasi arus dan jenis elektroda pada hasil pengelasan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) pada pelat baja terhadap uji tarik dan bending dari pengelasan maka perlu dilakukan pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan oleh karena itu penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan pada 36 spesimen yang mengalami perlakuan berbeda. Dari 36 spesimen dikelompokkan menjadi 2 kelompok yang masing-masing terdiri dari 18 spesimen. Setelah 36 spesimen mendapatkan perlakuan berbeda dilakukan uji kekuatan tarik dan uji kekuatan bending.

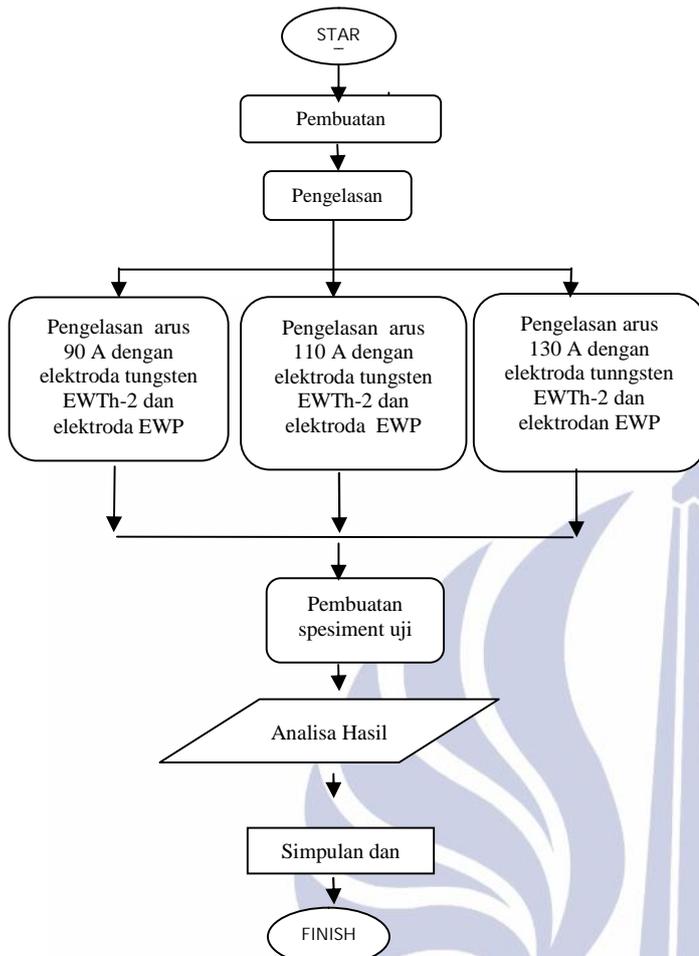
Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui nilai hasil tarik dan bending yang terjadi pada proses penyambungan setelah proses pengelasan las TIG dan Membandingkan hasil pengelasan dengan variasi arus dan jenis elektroda tungsten las TIG terhadap kekuatan tarik dan bending pada baja karbon rendah.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan diantaranya, Sebagai informasi bagi dunia industri khususnya dalam industri pengelasan, memberikan sumbangan pemikiran khususnya pada dunia industri mengenai proses pengelasan dengan menggunakan las TIG (*tungsten inner gas*), sebagai bahan referensi dalam proses belajar mengajar.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian.

Rancangan penelitian adalah uraian tentang langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian dalam upaya mengumpulkan dan menganalisis data.

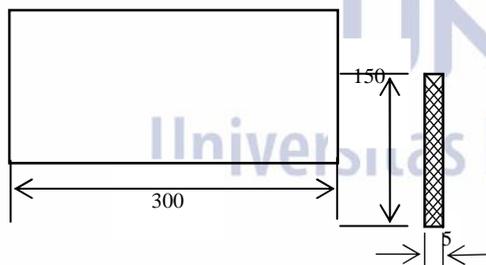


Gambar 1. Rancangan Penelitian

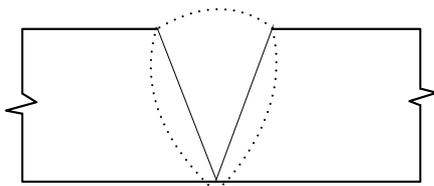
Langkah-langkah Pengerjaan

• Persiapan Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan ukuran panjang 300 mm, lebar 15 mm, tebal 5 mm.



Gambar 2. Gambar bahan.



Gambar 3. kempuh V Tunggal

• Persiapan Alat-alat

- Mesin gergaji beserta kelengkapannya
- Peralatan pengelasan
- Mesin las TIG DC
- Penggaris
- Mesin amplas
- Kikir
- Mesin Uji Tarik Geotech model GT-7001-LC 30
- Mesin uji bending Geotech model GT-7001-LC 30
- Stopwatch
- Pengukur sudut

• Pengujian Komposisi

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam bahan yang digunakan. Proses pengujian komposisi adalah untuk mengetahui seberapa besar unsur pembentuk bahan, misalnya C, Si, Cu, Mn, S, dan unsur lainnya. Langkah-langkah pengujian komposisi adalah sebagai berikut:

- Potong bahan yang akan digunakan untuk spesimen sepanjang 30 mm, lebar 15 mm dan tebal 5 mm, dibersihkan permukaannya sampai halus dan rata.
- Bahan tersebut diletakkan pada bed dan dibakar dengan semacam elektroda hingga bahan yang terkandung mengalami pencairan atau rekristalisasi. Proses rekristalisasi dari alat uji ini akan menangkap warna dengan sensor cahaya, sensor cahaya menerima dan diteruskan dalam program komputer yang akan mencatat hasilnya. Langkah ini dilakukan sebanyak tiga kali dan dirata-rata kemudian dicetak, sehingga dalam print out-nya akan terlihat tiga kali perhitungan.

• Pembuatan Spesimen

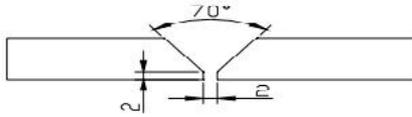
Pengujian kualitas kekuatan tarik bahan. Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan spesimen sesuai JIS Z 2201 1981, yang nantinya akan diuji tarik, langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Meratakan alur hasil pengelasan dengan mesin frais.
- Bahan dipotong-potong dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 22 mm.
- Membuat gambar pada kertas yang agak tebal atau mal mengacu ukuran standar JIS Z 2201 1981.
- Gambar atau mal ditempel pada bahan selanjutnya dilakukan pengefraisan sesuai dengan bentuk gambar dengan menggunakan pisau frais.
- Bahan yang sudah terbentuk tersebut dirapikan permukaannya dengan kikir yang halus, selanjutnya benda diampelas sampai halus.

• Pembuatan Kempuh V terbuka

Pembuatan kempuh V terbuka dengan menggunakan mesin frais. Bahan yang telah dipersiapkan dipotong dengan mesin gergaji, dengan ukuran 30 cm sebanyak empat buah dan 15 cm sebanyak dua buah., setelah bahan dipotong kemudian permukaan digambar dengan spidol, tepi permukaan diukur sedalam dua mm

dan di ukur sudut 35° . Setelah bahan digambar bahan dicekam dan dilakukan pengefraisan dengan sudut 35° .



Gambar 3.5. Kampuh V terbuka

• Proses Pengelasan Benda

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah:

- Mempersiapkan mesin las TIG DC sesuai dengan pemasangan polaritas lurus.
- Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas pada meja las.
- Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan.
- Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka, dengan sudut 70° , dengan lebar celah 2 mm.
- Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol. Ampere meter diatur pada angka 90 A. Selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen dengan arus 90 A, bersamaan dengan hal itu dilakukan pencatatan waktu pengelasan.
- Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol. Ampere meter diatur pada angka 110 A. Selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen dengan arus 110 A, bersamaan dengan hal itu dilakukan pencatatan waktu pengelasan.
- Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol. Ampere meter diatur pada angka 130 A. Selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen dengan arus 130 A, bersamaan dengan hal itu dilakukan pencatatan waktu pengelasan.

• Pengujian Tarik

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut. Benda uji dijepit pada ragum uji tarik, setelah sebelumnya diketahui penampangnya, panjang awalnya dan ketebalannya. Langkah pengujian sebagai berikut :

- Menyiapkan kertas milimeter block dan letakkan kertas tersebut pada plotter.
- Benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut.
- Benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus.
- Gaya atau beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data.
- Hasil diagram terdapat pada kertas milimeter block yang ada pada meja plotter.
- Hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan, reduksi penampang dari data yang

telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.

• Pengujian Bending

Kekuatan tarik di pengaruhi oleh ikatan molekul material penyusunnya. Pada pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari material . Pengujian dilakukan dengan jalan memberi lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik lelah. Pada perlakuan uji bending bagian atas spesimen mengalami proses penekanan dan bagian bawah mengalami proses tarik sehingga akibatnya spesimen mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Spesimen uji bending dibuat sesuai standar ASTM D790 – 02. Langkah Pengujian :

- Mempersiapkan benda uji.
- Menentukan titik tumpuan dan titik tengah benda uji dengan memberi tanda garis.
- Menentukan besarnya beban yang digunakan.
- Meletakkan spesimen pada meja mesin pengujian bending dengan jarak tumpuan dan titik tengah yang telah ditentukan.
- Putar handle sampai beban menyentuh benda uji dan manometer indikator menunjukkan angka nol.
- Tentukan putaran jarum penentu waktu untuk pencatatan beban selanjutnya.
- Catat hasil pengujian bending setiap putaran yang telah ditentukan.

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu elektroda pengisi, merek mesin las, merek mesin bubut dan cara pendinginan benda kerja.

• Variabel Terikat

Dalam penelitian ini variabel terikatnya yaitu tingkat kekuatan tarik dan ketangguhan.

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang digunakan untuk mengendalikan variabel yang lain. Yang termasuk variabel kontrol adalah:

- Mesin Las arus DCSP (*Direct Current Straight Polarity*) atau *Las Polaritas Lurus*.
- Benda kerja baja paduan rendah dengan ukuran $P = 300$ mm, $L = 15$ mm, $T = 5$ mm
- kecepatan pengelasan konstan
- welder tetap
- jenis kampuh menggunakan kampuh V sudut $60 - 70^\circ$.
- Posisi pengelasan down hand (bawah tangan)
- Proses pengelasan TIG.
- Variasi arus 90A, 110A dan 130 A
- Elektroda tungsten menggunakan EWTh-2 dan EWP

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

• Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan peralatan uji yang digunakan untuk memperoleh data penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Instrumentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Mesin Uji tarik

Mesin uji tarik digunakan Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, yaitu uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), dan uji geser (*shear test*). Dalam tulisan ini kita akan membahas tentang uji tarik dan sifat-sifat mekanik logam yang didapatkan dari hasil uji tarik. Alat yang digunakan mempunyai merek Geotech,model GT-7001-LC 30 dengan kapasitas pengujian sampai dengan 30000 kg.



Gambar 4. Mesin uji tarik dan bending

- Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak. Pembacaan hasil pengukuran sangat bergantung pada keahlian dan ketelitian pengguna maupun alat. Sebagian keluaran terbaru sudah dilengkapi dengan display digital. Pada versi analog, umumnya tingkat ketelitian adalah 0.05mm untuk jangka sorong dibawah 30cm dan 0.01 untuk yang di atas 30cm.

ANALISIS DATA

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif. Data yang dianalisis adalah hasil pengujian tarik dan bending sembilan benda kerja pada setiap perubahan arus yang berbeda nantinya akan diambil nilai rata-rata. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data yang diperoleh dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan diinterpretasikan, sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang akan diteliti.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

• Hasil Penelitian

- Uji Komposisi Material

Hasil pengujian komposisi kimia material pada penelitian ini dilakukan di PT. Pertamina Surabaya

kemudian hasil pengujian dimasukkan dalam Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Kimia Material dalam % berat

C	0,098
Si	0,228
Mn	1,489
S	0,007
P	0,014
Ni	0,151
Nb	0,06
Cr	0,085
V	0,05
W	0,05
Ti	0,01

Menurut Wirjosumarto (2000), baja paduan rendah adalah sekelompok baja paduan yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Hasil pengujian komposisi kimia material diatas menunjukkan kadar karbonnya adalah 0,098%, dan terdapat unsur-unsur paduan dengan % berat yang rendah, maka baja ini diklasifikasikan menjadi baja paduan rendah (low alloy steel).

- Hasil Uji Kekuatan Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material baja paduan rendah sebagai material uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan luluh), parameter keliatan atau keuletan yang ditunjukkan dengan adanya persentase perpanjangan dan persentase kontraksi atau reduksi penampang. Pengujian dengan menggunakan mesin *Geotech* pada Spesimen pengujian terdiri dari pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik baja paduan rendah hasil pengelasan TIG dan kekuatan tarik daerah las baja paduan rendah Data-data hasil pengujian tarik pada kelompok raw materials dan kelompok variasi arus pengelasan yang sudah diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel yang ada. Data-data tersebut selanjutnya dapat dilihat dari Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik Untuk Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah Dengan Elektroda Tungsten EWTh-2

Parameter	Spesimen Pengujian		
	σ_u (MPa)	e (%)	q (%)
Row Material	36,97	36,65	52,4
Arus 90 A	36,65	33,50	45,6
	36,84	34,33	46,4
	36,32	43,63	46,4
Rata-Rata	36,6	37,15	46,13
Arus 110 A	37,00	34,40	44
	37,05	35,58	50,42
	37,35	34,17	49,5
Rata-Rata	37,13	34,71	47,9
Arus 130 A	38,56	31,06	52
	38,24	32,29	52,8
	38,03	32,10	43,2
Rata-Rata	38,27	31,81	49,33

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik Untuk Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah Dengan Elektroda Tungsten EWP

Parameter	Spesimen Pengujian		
	σ_u (MPa)	e (%)	q (%)
Row Material	36,97	36,65	52,4
Arus 90 A	37,62	30,79	48
	36,81	32,27	48
	37,21	37,15	44
Rata-Rata	37,21	33,40	46,6
Arus 110 A	37,27	33,92	42,96
	37,21	34,58	50,4
	35,67	34,92	49,6
Rata-Rata	36,71	34,14	47,6
Arus 130 A	37,48	33,44	51,2
	37,11	34,56	52
	37,70	33,96	43,2
Rata-Rata	37,43	33,98	48,8

- Hasil Uji Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material baja paduan rendah sebagai material uji. dalam penelitian ini. Hasil pengujian bending pada umumnya adalah parameter kekuatan, parameter keliatan atau keuletan yang ditunjukkan dengan adanya persentase perpanjangan . Pengujian dengan menggunakan mesin *Geotech* pada Spesimen pengujian terdiri dari pengujian bending untuk kualitas kekuatan bending baja paduan rendah hasil pengelasan TIG dan kekuatan bending daerah las baja paduan rendah. Data-data hasil pengujian bending

pada kelompok raw materials dan kelompok variasi arus pengelasan yang sudah diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel yang ada. Data-data tersebut selanjutnya dapat dilihat dari Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian bending Untuk Kekuatan bending Baja Paduan Rendah dengan menggunakan tipe elektroda EWP

Parameter	Spesimen Pengujian		
	(MPa)	Mb (Nmm)	E%
Row Material	1771,71	129,93	88,75
Arus 90 A	2914,60	94,85	79,04
	4099,84	133,43	99,59
	2789,26	90,77	87,20
Rata-Rata	3267,9	106,35	88,61
Arus 110 A	3250,84	105,80	68,21
	4323,49	140,71	100,75
	2256,14	73,42	23,86
Rata-Rata	3276,82	106,64	64,27
Arus 130 A	3190,92	103,85	80,16
	4882,17	158,89	85,93
	3075,31	100,08	86,13
Rata-Rata	3716,13	120,94	84,07

Tabel 5. Hasil Pengujian bending Untuk Kekuatan bending Baja Paduan Rendah dengan menggunakan tipe elektroda EWTh-2

Parameter	Spesimen Pengujian		
	(MPa)	Mb (Nmm)	E %
Row Material	1771,71	129,93	88,75
Arus 90 A	3399,38	110,63	45,50
	2810,01	91,45	86,32
	4019,67	130,82	92,44
Rata-Rata	4013,48	110,99	74,77
Arus 110 A	2105,39	68,52	50,86
	2356,07	76,68	32,45
	1991,91	64,83	31,39
Rata-Rata	2151,12	70,01	38,23
Arus 130 A	1771,71	57,66	25,34
	2057,96	66,98	31,41
	2312,03	75,24	25,34
Rata-Rata	2047,23	66,62	27,36

• **Pembahasan**

- **Pengujian Tarik Untuk Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah Dengan Elektroda Tungsten EWTh-2**

Nilai kekuatan tarik untuk kelompok raw materials adalah 369,7 MPa. Nilai kekuatan tarik rata-rata untuk kelompok 90 Amper adalah 366 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 3,7 MPa dari kelompok raw materials.

Nilai kekuatan tarik rata-rata untuk kelompok 110 A adalah 371,5 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 1,6 MPa dari kelompok raw materials dan mengalami kenaikan sebesar 5,3 dari kelompok 90 ampere. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok 130 Amper adalah 382,7 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 13 MPa dari kelompok raw materials, mengalami kenaikan sebesar 1 MPa dari kelompok 100 Amper dan juga mengalami penurunan sebesar 1,7 MPa dari kelompok 130 Amper.

Nilai perpanjangan untuk kelompok raw materials adalah sebesar 36,65%. Besarnya perpanjangan untuk kelompok 90 Amper meningkat sebesar 0,5% dari raw materials. Untuk kelompok 110 Amper mengalami penurunan sebesar 1,94% dari raw materials. Untuk kelompok 130 Amper mengalami penurunan sebesar 4,84% dari raw materials.

Nilai reduksi penampang pada kelompok raw materials sebesar 52,2%. Reduksi penampang untuk kelompok yang mengalami perlakuan pengelasan semua mengalami penurunan dibandingkan kelompok raw materials. Besarnya reduksi penampang untuk kelompok 90 Amper menurun sebesar 6,1% dari raw materials. Nilai reduksi penampang untuk kelompok 110 Amper mengalami penurunan sebesar 4,3% dari raw materials. Nilai reduksi penampang untuk kelompok 130 Amper mengalami penurunan sebesar 2,9 % dari raw materials.

- **Pengujian Tarik Untuk Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah Dengan Elektroda Tungsten EWP**

Nilai kekuatan tarik untuk kelompok raw materials adalah 369,7 MPa. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok 90 Amper adalah 367,1 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 2,6 MPa dari kelompok raw materials.

Nilai kekuatan tarik untuk kelompok 110 Ampere adalah 372,1 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 2,4 MPa dari kelompok raw materials. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok 130 Amper adalah 374,3 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 4,6 MPa dari kelompok raw materials, mengalami kenaikan sebesar 7,2 MPa dari kelompok 110 Amper.

Nilai perpanjangan untuk kelompok raw materials adalah sebesar 36,65%. Besarnya perpanjangan untuk kelompok 90 Amper adalah 33,4% menurun sebesar 3,25% dari raw materials. Untuk kelompok 110 Amper besar perpanjangan adalah 34,14 mengalami kenaikan sebesar 1,94% dari raw materials dan mengalami kenaikan 0,74% dari kelompok 90 Ampere. Untuk

Kelompok 130 Amper mengalami penurunan sebesar 2,67% dari raw materials juga mengalami penurunan sebesar 0,26% dari kelompok 110 Ampere.

Nilai reduksi penampang pada kelompok raw materials sebesar 52,2%. Reduksi penampang untuk kelompok yang mengalami perlakuan pengelasan semua mengalami penurunan dibandingkan kelompok raw materials. Besarnya reduksi penampang untuk kelompok 90 Amper menurun sebesar 5,6% dari raw materials. Nilai reduksi penampang untuk kelompok 110 Amper mengalami penurunan sebesar 4,7% dari raw materials. Nilai reduksi penampang untuk kelompok 130 Amper mengalami penurunan sebesar 3,4% dari raw materials.

- **Pengujian bending Untuk Kekuatan Bending Baja Paduan Rendah dengan menggunakan tipe elektroda EWTh-2**

Nilai kekuatan bending untuk kelompok 90A adalah 4013,48 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 2241,77 MPa dari kelompok raw material. Nilai kekuatan bending untuk kelompok 110 Amper adalah 2151,12 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 379,41 MPa dari kelompok raw materials. Nilai kekuatan bending untuk kelompok 130 Amper adalah 2047,23, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 275,52 dari kelompok raw material. Pada kelompok 130 Amper, kekuatan bending adalah 2047 adalah Data dari gambar menunjukkan nilai tegangan bending

Nilai momen bending untuk kelompok raw materials adalah sebesar 36,97%. untuk kelompok yang mengalami perlakuan pengelasan semua mengalami kenaikan dibandingkan kelompok raw materials. Besarnya perpanjangan untuk kelompok 90 Amper adalah 110,99 mengalami perpanjangan sebesar 74,02% dari raw materials. Nilai momen bending untuk kelompok 110 Amper adalah 70,01% dan mengalami kenaikan sebesar 33,04% dari raw materials. Nilai momen bending untuk kelompok 130 Amper adalah 66,62 % mengalami kenaikan sebesar 33,04% dari raw materials.

Nilai elastisitas pada kelompok raw materials sebesar 36,65%. pada arus 90 Amper nilai elastisitas bending sebesar 74,77, hal ini terjadi adanya kenaikan nilai elastisitas bending sebesar 38,12. Nilai elastisitas pada arus 110 amper adalah 38,23, terjadi kenaikan elastisitas bending sebesar 1,74 % terhadap raw materials. Nilai elastisitas untuk kelompok 130 Amper adalah 27,36 % mengalami penurunan sebesar 9,29% dari raw materials.

- **Hasil Pengujian bending Untuk Kekuatan Bending Baja Paduan Rendah dengan menggunakan tipe elektroda EWP**

Nilai kekuatan bending untuk kelompok 90A adalah 3267,9 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 1496,19 MPa dari kelompok raw material. Nilai kekuatan bending untuk kelompok 110 Amper adalah 3276,82 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 1505,11 MPa dari kelompok raw materials. Nilai kekuatan bending pada kelompok 130 Amper adalah 3716,13 MPa, hal ini berarti mengalami kenaikan

sebesar 1944,42 dari kelompok *raw materials*. Data dari gambar menunjukkan nilai tegangan bending.

Nilai momen bending untuk kelompok *raw materials* adalah sebesar 129,93%. Besarnya perpanjangan untuk kelompok 90 Amper adalah 106,35 % mengalami perpanjangan sebesar 74,02% dari *raw materials*. Nilai perpanjangan bending untuk kelompok 110 Amper adalah 106,64% dan mengalami penurunan sebesar 23,29 % dari *raw materials*. Nilai momen bending untuk kelompok 130 Amper adalah 120,94 % mengalami penurunan sebesar 8,99 % dari *raw materials*.

Nilai elastisitas pada kelompok *raw materials* sebesar 88,75 %. pada arus 90 Amper nilai elastis bending sebesar 86,61 %, hal ini terjadi adanya penurunan nilai elastisitas bending sebesar 0,14 %. Nilai elastisitas pada arus 110 amper adalah 64,27 %, terjadi penurunan elastisitas bending sebesar 24,48 % terhadap *raw material*. Nilai elastisitas untuk kelompok 130 Amper adalah 27,36 % mengalami penurunan sebesar 61,39 % dari *raw materials*.

Data dari hasil penelitian diketahui ada perbedaan kekuatan tarik, ketangguhan dari kelompok *raw materials* dan kelompok yang dikenai proses pengelasan dengan tiga variasi arus, yaitu sebesar 90 Amper, 110 Amper dan 130 Amper. Dan dua variasi elektroda yaitu EWP dan EWTh-2.

Data dari hasil pengujian kelompok *raw materials* mempunyai kekuatan tarik yaitu sebesar 369,7 Mpa. Untuk pengujian tarik kelompok *raw materials* mempunyai nilai kekuatan yang rendah, karena mengandung unsur Mn yang kecil yaitu 0,80% dan kandungan unsur silikon (Si) sebesar 0,228%. Fungsi dari unsur Mn adalah dapat mengikat karbon (C) membentuk karbida mangan (Mn_3C) yang dapat menaikkan kekuatan, ketangguhan baja. Fungsi dari kandungan unsur silikon adalah pembentuk *ferit* yang sangat kuat dan juga untuk menguatkan baja. Nilai perpanjangan untuk *raw material* sebesar 38,27% dan reduksi penampang untuk *raw materials* sangat tinggi 52,2 % dibanding kelompok variasi arus pengelasan.

Pengujian pertama adalah pengujian tarik dan bending untuk variasi arus pengelasan 90 Amper menggunakan elektroda tungsten EWTh-2. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai yang paling rendah diantara variasi arus pengelasan dan *raw materials*. Sedangkan untuk nilai uji bending untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai paling tinggi di banding *raw material* dan kelompok variasi arus lainnya. Untuk variasi arus pengelasan 90 Amper menggunakan elektroda tungsten EWP, nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai yang lebih tinggi dari *raw material*. Sedangkan untuk nilai uji bending untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai paling tinggi dibanding *raw materials*.

Pengujian yang kedua adalah pengujian tarik untuk variasi arus pengelasan 110 Amper dengan elektroda tungsten EWTh-2. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai yang lebih besar dibanding kelompok

variasi arus 90 Amper, dan lebih tinggi dibanding *raw materials*. Sedangkan untuk nilai uji bending untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai paling tinggi di banding *raw materials* tetapi mempunyai nilai lebih rendah dibanding kelompok 90 Amper. Untuk variasi arus pengelasan 110 Amper dengan elektroda tungsten EWP. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai yang lebih tinggi di banding kelompok variasi arus 90 Amper, dan lebih tinggi dibanding *raw materials*. Tetapi lebih rendah dari kelompok 130 Amper. Sedangkan untuk nilai uji bending untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai lebih tinggi di banding *raw materials* dan kelompok arus 90 Amper tetapi lebih rendah dibanding dengan kelompok arus 130 Amper.

Pengujian yang ketiga adalah pengujian tarik untuk variasi arus pengelasan 130 Amper menggunakan elektroda EWTh-2. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai yang lebih besar dibanding kelompok variasi arus 90 Amper dan 110 Amper. Sedangkan untuk nilai uji bending untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai lebih tinggi di banding *raw materials* dan paling rendah di banding kelompok arus lainnya. Untuk variasi arus pengelasan 130 Amper menggunakan elektroda EWP. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai yang lebih besar dibanding kelompok variasi arus 90 Amper dan 110 Amper. Sedangkan untuk nilai uji bending untuk kualitas baja karbon rendah mempunyai nilai paling tinggi di banding *raw material* dan kelompok arus lainnya. Di bawah ini perbandingan hasil akan di gambarkan dalam bentuk diagram. Dari ketiga hasil uji tarik tersebut didapatkan rata sebesar 373,3 MPa.

Hasil kekuatan tarik pada pengelasan TIG pada baja karbon rendah dengan menggunakan elektroda EWP pada arus 90 Ampere sebesar 372,1 MPa, pada arus 110 nilai kekuatan tarik sebesar 367,1 MPa, arus 130 Ampere nilai kekuatan tarik sebesar 374,3 MPa. Dari ketiga hasil kekuatan tarik didapatkan rata-rata 371,1 MPa. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik pengelasan TIG menggunakan elektroda EWTh-2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil kekuatan tarik pengelasan TIG pada pengelasan yang menggunakan elektroda tungsten EWP.

Hasil kekuatan bending pada pengelasan TIG pada baja karbon rendah dengan menggunakan elektroda tungsten EWTh-2 pada arus 90 Ampere adalah 4013,48 MPa, pada arus 110 Ampere nilai kekuatan tarik sebesar 2151,12 MPa dan pada arus 130 Ampere nilai kekuatan tarik sebesar 2047,23 dari ketiga hasil uji tarik tersebut didapatkan rata sebesar 2737,27 MPa.

Hasil kekuatan bending pada pengelasan TIG pada baja karbon rendah dengan menggunakan elektroda EWP pada arus 90 Ampere sebesar 3267,9 MPa, pada arus 110 nilai kekuatan bending sebesar 3276,82 MPa, arus 130 Ampere nilai kekuatan bending sebesar 3726,13 MPa. Dari ketiga hasil kekuatan bending didapatkan rata-rata 3420,28 MPa. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kekuatan bending pengelasan TIG menggunakan elektroda EWTh-2 lebih rendah dibandingkan dengan

hasil kekuatan bending pengelasan TIG pada pengelasan yang menggunakan elektroda tungsten EWP.

PENUTUP

Simpulan

- Nilai kekuatan tarik untuk baja paduan rendah dengan elektroda tungsten EWTh-2 menggunakan arus 90A dalah sebesar 366 MPa. Arus 110A sebesar 371,3 MPa. Arus 130A sebesar 382,7 MPa. Untuk nilai kekuatan tarik untuk baja paduan rendah dengan elektroda EWP menggunakan arus 90A sebesar 372,1 MPa. Arus 110A sebesar 367,1 MPa. Arus 130A sebesar 374,3 MPa. Dan nilai kekuatan bending untuk baja paduan rendah dengan elektroda tungsten EWTh-2 menggunakan arus 90A sebesar 4013,48 Mpa. Arus 110A sebesar 2151,12 MPa. Arus 130A sebesar 2047,23 MPa. Untuk nilai kekuatan bending baja paduan rendah dengan elektroda EWP menggunakan arus 90A sebesar 3267,9 MPa. Arus 110A sebesar 3276,82 MPa. Arus 130A sebesar 3716,13 MPa.
- Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk spesimen kualitas kekuatan tarik baja paduan rendah tertinggi pengelasan TIG baik menggunakan elektroda tungsten Ewth-2 maupun menggunakan elektroda EWP adalah lelempok arus arus 130 Amper. Tetapi di antara kedua kelompok arus tersebut pengelasan TIG yang menggunakan elektroda tungsten Ewth-2 mempunyai hasil kekuatan tarik lebih besar yaitu 382,7 MPa dibandingkan dengan pengelasan TIG menggunakan elektroda tungsten EWP yaitu 374,3 MPa.

Saran

- Jika mengelas baja karbon rendah dengan menggunakan Las TIG sebaiknya menggunakan kisaran arus 130A dan menggunakan elektroda tungsten EWTh-2, karena jika kurang maka penembusan yang terjadi akan kecil .karena tidak bisa mencairkan logam dengan sempurna.
- Sebaiknya jika memotong spesimen jangan menggunakan *blander* / las potong karena bisa mengakibatkan perubahan struktur mikro baja dan akan mempengaruhi kekuatan tarik dan ketangguhan dari baja tersebut.
- Kurang maksimalnya hasil penelitian yang di sebabkan oleh mesin uji tarik yang mengalami kerusakan pada handle pencekam jadi pencekamman dilakukan secara manual ditahan menggunakan tangan.

DAFTAR PUSTAKA

Alip, M., 1989, *Teori dan Praktik Las*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Bintoro, A. G., 2005, *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*, Kanisius, Yogyakarta.

Kenyon, W., Ginting, D., 1985, *Dasar-Dasar Pengelasan*, Erlangga, Jakarta.

Malau, V., 2003, *Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*, Yogyakarta.

Margono, S. (1997). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Sonawan, H., Suratman, R., 2004, *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Ifa Beta, Bandung.

Suharsimi, A., 2002, *Prosedur Penelitian*, Bina Aksara, Jakarta.

Suharto, 1991, *Teknologi Pengelasan Logam*, Rineka Cipta, Jakarta.

Supardi, E., 1996, *Pengujian Logam*, Angkasa, Bandung.

Suratman, M., 2001, *Teknik Mengelas Asetilen, Brazing dan Busur Listrik*, Pustaka Grafika, Bandung.

Supadi, dkk. (2010). *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Tim Penulis. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin*. Surabaya: UNESA.

Widharto, S., 2001, *Petunjuk Kerja Las, Pradnya Paramita*, Jakarta.

Wirjosumarto, H., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Erlangga, Jakarta.