

Evaluasi Kualitas Hasil Praktek Las Busur Guna Menunjang Kerja Di Kapal

Prasetya Sigit Santosa^{1*}

¹Akademi Maritim Yogyakarta, Jl. Magelang Km 4,4, Yogyakarta 55284, Indonesia,

*Corresponding Author. E-mail : sigitamy65@gmail.com. Telp. 0818270011

Abstrak

Penelitian terhadap benda hasil praktek taruna, pada umumnya dilakukan secara visual, termasuk hasil praktek las busur taruna Jurusan Teknik Akademi Maritim Yogyakarta, karena metode tersebut yang dianggap paling praktis, akan tetapi metode tersebut belum bisa mengungkap kualitas hasil praktek, terutama berhubungan dengan sifat mekanis dan deposit logam. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini untuk mengetahui kualitas hasil praktek las busur, dengan melakukan pengujian tarik dan pengujian makro. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan populasi penelitian 40 benda hasil praktek las busur taruna, dan sampel penelitian 50 % dari populasi. Kelulusan pengujian tarik, ditentukan dengan membandingkan data tegangan Tarik. Minimum bahan dasar dan bahan las. Sedangkan kelulusan uji makro ditentukan dengan ada tidaknya cacat di dalam deposit logam. Jumlah kelulusan dari kedua pengujian tersebut diprosentasekan. Dalam penelitian ini taruna dapat melakukan pengelasan sambungan I dengan hasil memenuhi syarat kelulusan uji tarik berjumlah 12 taruna atau (60%), sedangkan taruna yang dapat melakukan pengelasan sambungan I dan T dengan hasil memenuhi syarat kelulusan uji makro, adalah untuk sambungan I sebanyak 16 buah (70%), sedangkan sambungan T sebesar 65 %.

Kata Kunci : Pengujian tarik dan makro

Abstract

Research on cadets practicing objects is generally done visually, including the results of the practice of cadet welding at the Yogyakarta Maritime Academy, because the method is considered the most practical, but the method has not been able to reveal the quality of the results of the practice, especially related to mechanical properties and metal deposit. In connection with this, this study is to determine the quality of the results of the practice of arc welding, by doing tensile testing and macro testing. This research is a descriptive study with a research population of 40 objects from the practice of cadet arc welding, and a research sample of 50% of the population. Graduation of tensile testing, determined by comparing the tensile stress data. Minimum basic materials and welding materials. While the graduation of the macro test is determined by the presence or absence of defects in the metal deposit. The number of graduations from the two tests is published. In this study cadets can do the welding I connection with the results of fulfilling the graduation test requirement of 12 cadets or (60%), while cadets who can do welding I and T connections with the results of fulfilling the macro test graduation requirements, are as many as I connections 16 pieces (70%), while the T connection is 65%.

Keywords: *Tensile and Macro Testing*

PENDAHULUAN

Pendidikan profesional merupakan pendidikan tinggi yang diarahkan pada kesiapan penerapan keahlian tertentu. Pendidikan Kepelautan merupakan salah satu Program pendidikan yang dilaksanakan sesuai kurikulum yang disusun oleh akademi mengacu pada kurikulum nasional dan panduan kurikulum STCW '95, sesuai dengan perkembangan dunia ilmu pengetahuan, teknologi dan/atau kesenian serta kebutuhan masyarakat sesuai dengan pola ilmiah pokok. Kurikulum mata kuliah yang secara potensial diharapkan akan dapat menghasilkan lulusan sesuai ciri –ciri khas dalam ruang lingkup program studi yang berkaitan dengan sebutan profesional.

Mata Kuliah Kerja Bengkel salah satunya adalah Praktek Las di Akademi Maritim Yogyakarta merupakan mata kuliah dasar keahlian, yang harus ditempuh oleh semua mahasiswa semester III dan IV dengan bobot sks 6 pada Jurusan Teknik Mesin Kapal. Mata kuliah ini diujikan baik program diploma III maupun Profesi. Dengan pembagian tersebut diharapkan mahasiswa menguasai bidang-bidang teknologi sesuai dengan spesifikasinya untuk bekal setelah lulus nantinya.

Untuk mengetahui apakah mahasiswa benar-benar menguasai bidangnya diperlukan suatu alat evaluasi yang handal, karena alat evaluasi tersebut harus benar-benar dapat mengungkap apakah hasil praktek mahasiswa sudah memenuhi kriteria atau belum. Dalam melakukan evaluasi yang baik, pihak perguruan tinggi khususnya jurusan Teknik Mesin Kapal cukup kesulitan dalam hal evaluasi yang digunakan untuk mengevaluasi hasil praktek pengelasan.

Biasanya selama ini evaluasi hasil praktek las busur mahasiswa hanya dilakukan pengamatan secara visual. Hal ini dilakukan karena metode penilaian tersebut paling murah dan praktis. Namun metode penilaian ini belum menjamin baik tidaknya kualitas hasil pengelasan yang sebenarnya. Untuk mengetahui kualitas hasil pengelasan harus dilakukan dengan pengujian, yaitu dengan menggunakan metode peralatan yang telah di persyaratkan.

Sehubungan dengan hal tersebut, perlu diadakan penelitian untuk mengungkap kualitas hasil praktek las busur mahasiswa jurusan teknik kapal Akademi Maritim Yogyakarta dengan menggunakan prosedur yang benar yang telah dipersyaratkan. Sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan masukan pada jurusan teknik mesin kapal agar ketrampilan las busur mahasiswanya dapat ditingkatkan dan hasilnya memenuhi standar pengelasan.

Sampai saat ini evaluasi hasil praktek las busur mahasiswa jurusan teknik mesin kapal belum dapat dijadikan tolok ukur kualitas hasil las yang sebenarnya. Untuk mengetahui kualitas hasil las busur yang sebenarnya harus dilakukan pengujian. Dengan harapan dengan pengujian ini dapat diketahui cacat-cacat las busur yang berupa porositas, kotoran, cacat penetrasi, dan kekuatan tarik sambungan las dari hasil praktek las busur mahasiswa semester III dan IV jurusan teknik mesin kapal Akademi Maritim Yogyakarta.

Ada beberapa macam metode pengujian las busur, namun mengingat terbatasnya waktu dan sarana yang ada di laboratorium bahan maka, kualitas las busur hasil praktek mahasiswa semester III, yang diungkap hanya berdasarkan

pengujian tarik dan makro. Rumusan masalahnya yaitu bagaimana kualitas las busur hasil praktek mahasiswa Teknik Mesin Kapal Semester IV Akademi Maritim Yogyakarta bila ditinjau dengan pengujian Tarik dan Makro.

Untuk mengetahui kualitas las busur pada hasil praktek mahasiswa semester III jurusan teknik Akademi Maritim Yogyakarta dengan menggunakan pengujian tarik dan makro. Dengan demikian diharapkan sasaran perkuliahan mahasiswa dapat tercapai.

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan yang bermakna pada jurusan teknik mesin kapal dalam menentukan strategi pengajaran yang tepat agar kualitas lulusan dapat meningkat sesuai kebutuhan didunia kepelautan di masa sekarang.

Pengujian Bahan

Dalam proses belajar las busur indicator kehasilannya dapat dilihat dari kemampuan mahasiswa dalam memahami teori, melakukan proses pengelasan dengan benar dan dapat memenuhi standar las, khususnya untuk las busur.

Dalam mengungkapkan kemampuan mahasiswa dalam memahami teori dapat diungkap dengan menggunakan tes tertulis, adapun dalam mengungkap proses pengelasan dengan menggunakan tes performance. Untuk mengetahui keberhasilan mahasiswa dalam memenuhi standar las diperlukan pengujian.

Menurut Bristish Standart, dalam melakukan penilaian sambungan las busur, disebutkan faktor–faktor yang harus dipertimbangkan, hal ini dikemukakan oleh Smith (1981-298), sebagai berikut:

Referring to this standart, some of the main factors to be considered when making assessment of weld quality are :

Shape of profile

1.2. Uniformity of surface

1.3. Degree of andercut

1.4. Smoothness of joint where weld is recommended

Freedom from surface defects

Penetration bead

Degree of fusion

Degree of root penetration

Non metallic inclusions and gas cavities

Untuk mengetahui faktor–faktor tersebut memenuhi syarat atau tidak diperlukan pengujian-pengujian.

Sedangkan menurut Sriwidharto (1987:64). Pengujian las busur terdiri atas dua kategori, yaitu pengujian secara distructive Test (Pengujian dengan merusak) dan pengujian secara non distructive Test (Pengujian dengan tidak merusak benda kerja).

Pengujian Tarik

Pengujian tarik sambungan las juga dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dan sifat elastisitas bahan, dan juga untuk mengetahui apakah bahan memenuhi syarat dapat digunakan atau tidak. Menurut pendapat Sriwidharto adalah sebagai berikut: Kekuatan tarik dapat diketahui dengan memberikan beban

tarik pada benda uji sampai putus. Kemudian membagi beban maksimum dengan luas penampang terkecil benda uji tersebut. (1987:76).

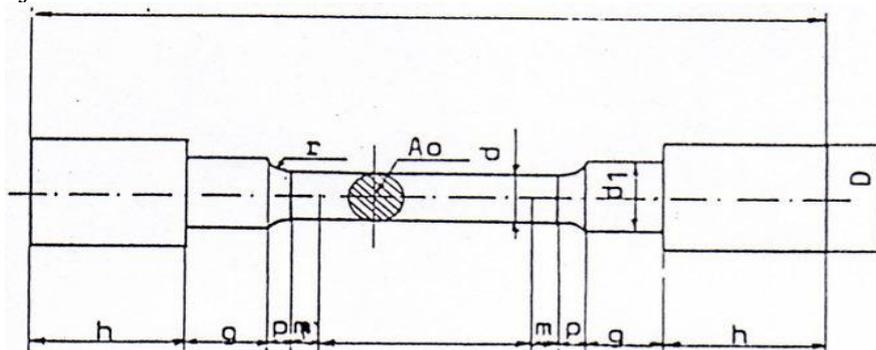
Sedangkan untuk menentukan elastisitas bahan dengan mengetahui dari penambahan panjang benda uji, bila memenuhi syarat kelulusan uji tarik, maka benda uji tersebut memenuhi syarat dapat dipergunakan.

Kriteria benda uji yang dapat memenuhi lulus uji tarik jika kekuatan tariknya tidak kurang dari:

- 2.1 Kuat Tarik minimum yang ditentukan dari bahan dasar.
- 2.2 Kekuatan tarikan minim ditentukan dari bahan yang terlemah, jika digunakan beberapa bahan yang berbeda kuat tarik minimumnya.
- 2.3 Kuat tarik minimum yang ditentukan dari bahan las apabila bahan las tersebut memiliki kuat tarik lebih rendah dari bahan dasar.

Apabila benda uji putus pada bahan dasar diluar sambungan las atau diluar garis fusi, pengujian dinyatakan memenuhi syarat, asalkan kekuatan tariknya tidak melebihi 5% dibawah kuat tarik minimum yang ditentukan dari bahan dasar (Sriwidharto 1987:77).

Dalam pengujian tarik ini, bentuk benda uji dan ukurannya harus memenuhi standar tertentu yang telah ditentukan salah satunya adalah: Bentuk dan ukuran benda uji tarik dilihat dibawah ini.



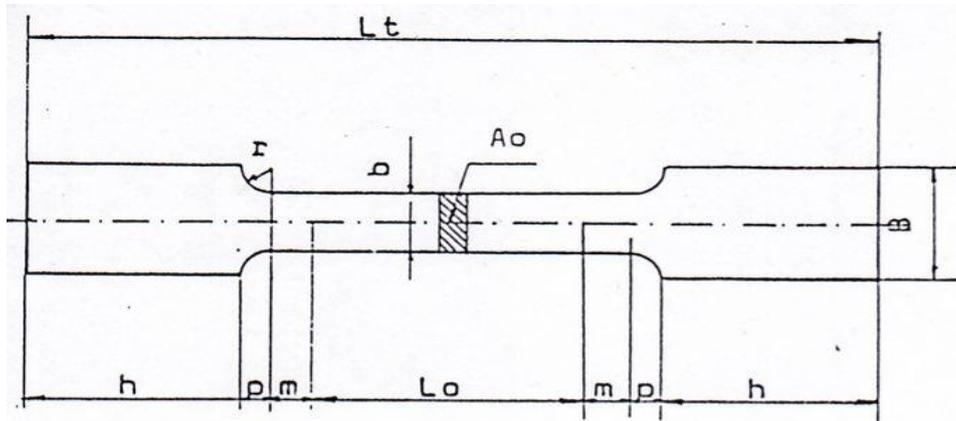
Gambar 1. Penampang benda uji Turned Speciment (Grenendijk,1984:18)

Gambar diatas menunjukkan bentuk benda uji turned speciment yang harus diterapkan pada uji tarik, untuk ukurannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1: Normalisasi Benda Uji Turned Specimen

D	dl	D Min	g Min	h Min	m	P	r	Batang uji dapat 5			Batang uji dapat 10		
								Lo	Lo+2 m	Lt min	Lo	Lo+2 m	Lt min
6	7,5	11	6	11	3	2	3	30	36	74	60	66	101
8	10	14	8	13	4	3	4	40	48	96	80	88	136
10	12	18	10	15	5	3	5	50	60	116	100	110	166
12	14,5	21	12	17	6	4	6	60	72	138	120	132	198
14	17	25	14	19	7	4,5	7	70	84	159	140	154	229
16	19	28	16	21	8	5	8	80	96	180	160	176	260
18	22	31	18	23	9	6	9	90	108	202	180	198	292
20	24	35	20	25	10	6	10	100	120	222	200	220	322
25	30	44	25	30	13,5	7,5	12,5	125	150	275	250	275	400

Ukuran dalam satuan mm (mili meter)



(Groendijk, 1984:20)

Gambar 2. Penampang Benda Uji Reduced Section

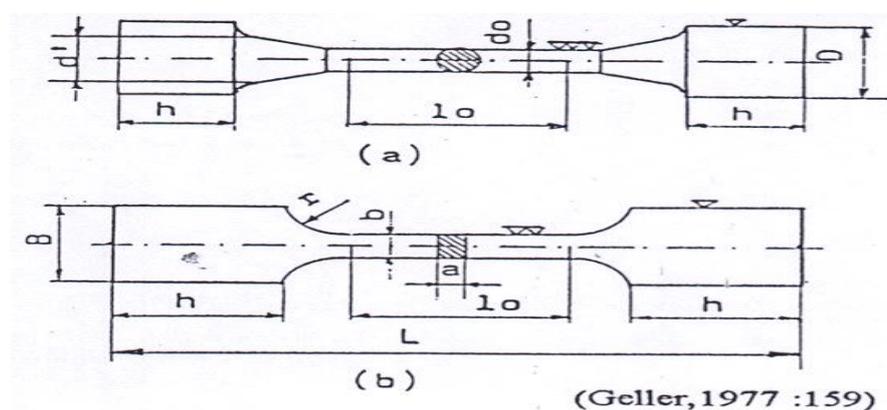
Gambar diatas menunjukkan benda uji reduced section, ukurannya dapat terlihat pada tabel 2.

Tabel 2 : Normalisasi Benda Uji Turned Specimen

A	b	Ao mm ²	B		h Min	m	P	r	Batang uji dapat 5			Batang uji dapat 10		
									Lo	Lo+2 2m	Lt min	Lo	Lo+2 +2m	Lt min
5	10	50	16	M15	20	4	5,5	8	40	48	121	80	88	161
5	16	80	22	M22	30	5	7	10	50,5	60,5	139,5	101	111	185
6	20	120	27	M27	40	6,5	8,5	12	62	75	172	124	137	234
7	22	154	27	M27	45	7	9	14	70	84	190	140	154	260
8	25	200	33	M33	50	8	10	16	80	96	216	160	176	296
10	25	250	33	M33	60	9	11,5	18	89,5	107,5	250	180	197	330
10	31	310	40	-	70	10	12,5	20	100	119,5	284,5	199	219	384
12	26	312	33	M33	70	10	11,5	20	100	120	288	200	220	388
15	30	450	40	-	70	12	14,5	24	120	144	313	240	264	435
18	30	540	40	-	70	13,5	16	27	131	158,5	330,5	263	290	462
22	30	660	40	-	80	14,5	16,5	29	145	174	367	290	319	512
24	30	720	40	-	80	15,5	17	31	151	180,5	374,5	301	331	525

Ukuran dalam memiliki (mili meter)

Standarisasi bentuk dan ukuran benda uji dapat juga dilakukan tanpa mengikuti prosedur yang disebutkan terdahulu. Ada prosedur lain yang lebih praktis dan mudah diikuti, karena luas penampang ditentukan sendiri oleh peneliti. Sehingga prosedur ini dapat diterapkan pada pengujian sambungan las berbagai macam ukurannya.



Gambar 3. Standard Specimens for Tensile test

Gambar tersebut di atas menunjukkan normalisasi benda uji tarik benda uji tarik bentuk silinder dan persegi, sedangkan ukurannya yaitu tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Standard Specimens for Tensile Test

Specimen	Gauge Length l_0 mm	Cross Sectional Area mm ²	Diameter of Cylindrical Specimen d_0 mm	Symbols to denote relative elongation
Normal Long	200	314	20	α_{10}
Short	100	314	20	α_{15}
Proporsional	$11,3 \sqrt{F_0}$	Arbitrary	Arbitrary	α_{10}
Long	$5,65 \sqrt{F_0}$	Same	Same	α_5
Short				

Ditinjau dari jumlahnya benda uji tarik untuk plat terdiri dari uji tunggal dan uji jamak. Menurut pendapat Sriwidharto (1987:75) mengatakan : benda uji tunggal mewakili lokasi tertentu, dan uji jamak dalam satu set terdiri dari beberapa benda uji yang semuanya harus diuji tarik. Setiap set harus mewakili satu macam uji tarik tunggal.

Pengujian tarik tersebut bertujuan dapat mengetahui kekuatannya dari tarikan benda uji, namun belum bisa melihat deposit logam dalam sambungan las busur. Untuk dapat melihat deposit logam diperlukan suatu pengujian yang bisa melihat bagian dalam sambungan las, salah satu pengujian yang paling murah untuk keperluan tersebut adalah uji makro.

Pengujian Makro

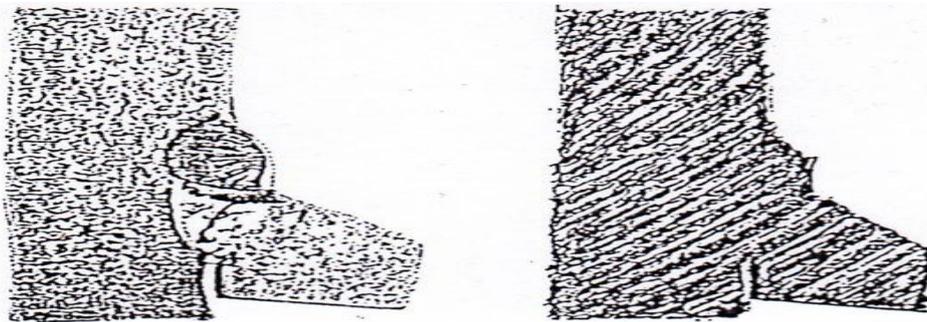
Uji makro dilakukan dengan mengikis permukaan benda kerja dengan larutan kimia sehingga terlihat struktur makro permukaan benda uji tersebut (Groendijk, 1984:58). Menurut Smith (1981:302) larutan kimia yang digunakan adalah 10-15 ml Nitric Acid (Asam Nitrat) (Specific gravity 1,42), 90 ml Alchohol (Industrial Spirit). Asam Nitrat digunakan untuk pengikisan permukaan benda uji, sebagian alchohol digunakan untuk membersihkan benda uji larutan kimia tersebut.

Uji makro dapat memberikan informasi cacat-cacat bawaan sambungan las yang berupa:

1. Incorrect profile
2. Undercutting
3. Slag Inclusions
4. Porosity and crack

Poor root penetration and lack of fusion (Smith, 1981:302)

Berikut ini dipresentasikan benda uji makro sebelum dan sesudah diberi larutan kimia.



Gambar 4. Benda Uji sebelum dan sesudah di beri larutan kimia

Gambar tersebut diatas menunjukkan adanya porositas pada titik sambungan las busur antara bahan dasar dan bahan tambah. Bagian gelap pada bahan dasar menunjukkan bahwa bagian tersebut telah diperkaya dengan unsur karbon, belerang, dan pospor (Afanasyev, 1977:23).

METODE

Populasi dan Sampel

Penelitian diskriptif ini dengan mengambil Populasi mahasiswa semester IV Tahun Akademik 2017-2018 jurusan Teknik Akademi Maritim Yogyakarta.

Sedangkan sample penelitian ini diambil 20 mahasiswa yang telah melaksanakan praktek las busur. Benda kerja tersebut ada dua macam yaitu sambungan I dan sambungan T yang masing-masing jenis sambungan berjumlah 20 benda kerja.

Metode Pengambilan Data

Pengambilan Data untuk Uji Tarik

Data yang didapat dalam pengujian tarik berupaya gaya tarik dan luas penampangnya. Kedua data tersebut kemudian ditabulasikan dengan membagi gaya tarik dengan luas penampangnya terkecil pada benda uji, akan didapat tegangan tarik minimum benda uji tersebut.

Data kelulusan benda uji terhadap syarat-syarat uji tarik didapat dengan membandingkan tegangan tarik minimum benda uji dengan tegangan tarik minimum bahan dasar dan electrode las busur.

Pengambilan Data untuk Uji Makro

Dalam pengujian makro ini, data yang diambil hanya menunjukkan ada tidaknya cacat-cacat sambungan las. Jadi belum sampai pada tingkat kecacatannya. Data dicatat dengan memberi tanda pada daftar cacat las sesuai dengan kondisi masing-masing benda uji. Data kelulusan benda uji dicari dengan melihat ada tidaknya cacat pada benda uji tersebut .

Rancangan Penelitian

Metode Uji Tarik

Metode pengujian uji tarik terdiri dari:

1. Membentuk benda uji dengan bentuk dan dimensi yang disyaratkan.
2. Menentukan kekuatan bahan dasar dengan kekuatan tarik minimum sebesar $598,40 \text{ N/mm}^2$.
3. Jenis electrode dengan standart ASTM E6013
4. Instrumen uji tarik dengan menggunakan alat universal tensile tester dan jangka sorong.

Metode Pengujian Makro

1. Membentuk Benda Uji yang disyaratkan.
2. Instrumen uji makro dengan menggunakan checklist.

Teknik Analisa Data

Penelitian ini jenisnya penelitian deskriptip dengan menggunakan teknik presentase untuk menganalisis datanya. Dari teknik ini dapat diketahui berapa persen benda uji yang lulus uji tarik. Dengan teknik ini juga dapat diketahui berapa persen benda uji yang mengalami cacat las.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagaimana telah diuraikan padabab sebelumnya, bahwa penelitian ini adalah pengujian hasil praktek las busur jenis sambunga I dan T, bagi Taruna Jurusan Teknik Akademi Maritim Yogyakarta, dilakukan dalam waktu kurang lebih enam bulan. Adapun pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan makro.

1. Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik specimen hanya dilakukan untuk jenis sambungan I. Hasil uji tarik berupa tegangan tarik minimum benda uji sambungan I, tegangan tarik minimum bahan dasar (plat), dan bahan las. Hasil uji tarik di tabel 4.

Tabel.4. Tegangan tarik minimum specimen, bahan dasar dan bahan las.

No	Sambungan I	Tegangan Tarik Minimum (N/mm ²)	
		Teg.Min.Bahan Dasar	Bahan Las
1	298,02		
2	370,411		
3	307,82*	362,82	414
4	367,87 L		
5	450,85 L		

6	171,93		
7	121,36		
8	329,02*		
9	380,71 L		
10	390,49 L		
11	151,28*		
12	480,77 L		
13	262,36		
14	602,43 L		
15	548,51 L		
16	368,45 L		
17	366,45 L		
18	219,50		
19	369,56 L		
20	365,11 L		
Jml Lulus	12		

Keterangan :

Hasil pengukuran tegangan tarik minimum bahan baja dasar sambungan las sebesar = 362,82 N/mm², * = Specimen putus di luar garis fusi, L = Specimen lulus uji tarik

Dengan melihat tabel 4, data yang diperoleh dari uji tarik benda uji sambungan las dibanding dengan kuat tarik minimum bahan dasar dan bahan las. Dari perbandingan tersebut, maka dari jumlah sampel hasil praktek kerja las jenis sambungan I sebanyak 20 buahspecimen, yang memenuhi persyaratan kelulusan uji tarik ada 12 buah, yaitu nomer 2,4,5,9,10,12,14,15,16,17,19 dan 20. Dari jumlah yang memenuhi persyaratan kelulusan, bila diprosentase menjadi sebesar 60 %. Ini menggambarkan taruna dalam melakukan pengelasan dengan hasil yang memenuhi persyaratan kelulusan uji tariklebih dari cukup. Namun demikian itu ada fenomena yang menarik, bahwa ada tiga sambungan las yang putus diluar garis fusi dan masih belum dapat memenuhi syarat kelulusan uji tarik. Menurut ketentuan, kriteria pada pengujian tarik benda uji yang putus diluar garis fusi, dapat diasumsikan memenuhi syarat, karena kuat tarik minimum deposit logam sudah melampaui kuat tarik minimum bahan las, akan tetapi bahan uji tersebut masih belum memenuhi syarat kelulusan pada kondisi putus di luar garis fusi, karena kuat tarik minimumnya jauh dibawah kuat tarik minimum bahan dasar. Jumlah specimen yang putus di luar garis fusi berjumlah tiga buah, bila diprosentasekan sebesar 15% sesuai tabel 3 : Data pengujian tarik sambungan I. Hal yang dapat menyebabkan kejadian tersebut adalah pengaruh panas terhadap benda kerja selama proses pengelasan. Benda kerja akan merubah struktur logamnya, bila dikenai panas dengan jumlah dan lamawaktu tertentu. Bila taruna belum terampil melakukan pengelasan, kemungkinan disebabkan jumlah panas dan lamanya proses pengelasan yang masih belum tepat. Permasalahan inilah yang perlu diungkap lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya.

2. Hasil Uji Makro

Hasil pengujian makro dilakukan untuk jenis sambungan I dan T. Hasil pengujian makro yang ada di tabel 6. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa specimen yang memenuhi persyaratan lulus uji makro, jenis sambungan I sebesar 70%, sedangkan untuk jenis sambungan T sebesar 65 %. Dari data diatas, menunjukkan bahwa taruna yang memenuhi persyaratan kelulusan uji makro, lebih besar jika dibandingkan dengan yang memenuhi persyaratan kelulusan uji tarik. Dengan demikian dapat dikatakan, bahwa masih terdapat sebagian taruna yang melakukan pengelasan dengan hasil memenuhi syarat kelulusan uji makro, akan tetapi belum bisa memenuhi persyaratan kelulusan uji tariknya sebesar 25 %.

Tabel 5. Data Pengujian Tarik Sambungan I

No. Spec.	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Lo (mm)	Ao (mm)	P.min (N)	St.min (N/mm ²)
1	2	10	70	20	6079,72	298,02
2	2	10	70	14	4461,73	309,42
3	2	10	70	15	4755,91	307,82
4	2	10	70	20	7354,50	367,87
5	2	10	70	20	1296,30	450,85
6	2	10	70	18	3039,86	171,93
7	2	10	70	16	1961,20	121,36
8	2	10	70	18	5881,66	329,02
9	2	10	70	19	6079,72	313,71
10	2	10	70	16	5687,48	348,49
11	2	10	70	20	3334,04	151,28
12	2	10	70	20	9904,06	480,77
13	2	10	70	20	6275,84	262,36
14	2	10	70	20	13532,24	602,36
15	2	10	70	19	10198,16	548,51
16	2	10	70	20	4412,70	218,89
17	2	10	70	20	3530,16	185,45
18	2	10	70	20	5099,12	219,50
19	2	10	70	20	5344,27	264,56
20	2	10	70	20	7746,74	365,11

Hal tersebut bisa terjadi, karena masing-masing jenis pengujian sambungan las mempunyai tujuan yang berbeda. Uji tarik untuk mengetahui sifat mekanis bahan, sehingga pengujian diperlukan untuk mengetahui kekuatan sambungan terutama kekuatan tarik. Sedangkan pengujian makro ini akan diketahui kualitas deposit logam sambungan las, sehingga pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerapatan sambungan las.

Tabel 6. Hasil Pungujian Makro

No. Spec.	Sambungan I				Sambungan T			
	Pr	Pt	S	Cp	Pr	Pt	S	Cp
1	T	A	T	T	A	T	T	A
2	T	T	T	T	A	T	T	T
3	A	A	T	A	T	A	T	T
4	A	T	T	A	A	A	T	A

5	T	T	T	T	T	T	T	A
6	T	A	T	T	T	A	T	T
7	T	T	A	A	A	A	T	T
8	T	T	A	A	T	A	T	A
9	T	T	T	T	T	T	T	A
10	T	T	T	T	T	T	T	T
11	T	T	T	T	A	T	A	T
12	T	T	T	T	T	T	T	A
13	A	A	A	T	T	T	T	T
14	T	T	T	T	A	T	T	T
15	A	T	A	T	T	T	A	A
16	T	T	T	T	T	T	T	A
17	A	T	T	T	A	A	T	T
18	T	T	A	T	T	A	A	T
19	T	T	T	T	A	T	T	T
20	T	T	T	T	T	T	T	T
Jml.Lulus	15	16	15	16	10	13	16	11
%	75	70	75	80	50	65	80	55

Keterangan :

T = tidak ada cacat

Pr = Porositas dan retak

S = slag (kotoran)

A = ada cacat

Pt = Cacat penetrasi

Cp = cacat profil

SIMPULAN

Dari uraian pembahasan tersebut disimpulkan :

1. Uji Tarik

Berdasarkan hasil penelitian pengelasan sambungan I dengan menggunakan las busur yang dilaksanakan taruna jurusan teknik, dari 20 specimen yang memenuhi persyaratan kelulusan 12 buah (60%), sedangkan yang belum memenuhi syarat 8 buah (40%).

2. Uji Makro

Dari Hasil pengujian makro, kualitas benda kerja las busur hasil praktek taruna jurusan teknik untuk sambungan I yang memenuhi syarat kelulusan uji makro sebesar 16 buah (70%) dan yang tidak lolos dalam persyaratan ada 4 buah (30 %). Selanjutnya untuk sambungan T yang memenuhi syarat kelulusan uji makro sebesar 13 buah (65%) dan yang tidak memenuhi syarat 7 buah (35%).

DAFTAR PUSTAKA

- Afanasye v. (1977). *Siense of Materials*, Moscow : MIR,
 Didik Surtana, Djaindar Sidabutar Drs. (1978). Petunjuk Las Asetilin dan Las Listrik,
 Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
 Depdikbud. (1978). Petunjuk Praktek Las Acetyline dan Las Listrik 1, Jakarta
 Groendjijk, G and Vanderline, J. (1980). *Material Beproeving*, Alih bahasa Oleh
 Soebandi, S. Pengujian Materi , Jakarta: Bina Cipta, 1984.
 Gosse J., *Welding Skillls Workbook*. (1985). American Technikal Pub., Illinois
 Graham E, *Maintenance Welding*. (1985). Prentice Hall, Englewood Cliffts
 Joseph W, Gianchino. (1976). *Welding Skillsand Pratices*, American Technical Sociaty,
 Chicago

- Moch.Alip. (1989). Teori dan Praktek Las, Jakarta,Depdikbud
Smith. F. (1981). Basic *Fabrication and Welding Engineering*, Hinggong : Wing Tai
Cheung *Printing* co.l.t.d.
Sri Widharto. (1997). *Petunjuk Kerja Las*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.