

## Analisis Pengaruh Sambungan Kombinasi Las dan Baut terhadap Kekuatan Material

Saripuddin. M<sup>1,a\*</sup>, Hammada Abbas<sup>2,b</sup>, Herman Parung<sup>3,c</sup> dan Wahyu H. Piarah<sup>2,d</sup>.

<sup>1</sup>Mahasiswa PascaSarjana (S3), Universitas Hasanuddin Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Makassar, Indonesia

Email: <sup>a</sup>[shirua01@yahoo.co.id](mailto:shirua01@yahoo.co.id), <sup>b</sup>[hammadaabbas@yahoo.co.id](mailto:hammadaabbas@yahoo.co.id), <sup>c</sup>[parungteknikunhas@gmail.com](mailto:parungteknikunhas@gmail.com),  
<sup>d</sup>[wahyupiarah@yahoo.com](mailto:wahyupiarah@yahoo.com)

### Abstrak

Sambungan kombinasi las dan baut merupakan suatu sambungan yang dapat dipergunakan secara luas dalam suatu bidang konstruksi, jika dibandingkan dengan sambungan las atau sambungan baut saja. Tujuan penelitian ini ialah untuk menentukan besar pengaruh variasi jumlah baut pada sambungan plat terhadap kekuatan tarik, dan untuk menentukan besar pengaruh sambungan kombinasi las transversal dan longitudinal dengan variasi jumlah baut terhadap kekuatan tarik. Baja pelat ST.37 dilas dengan elektroda Nikko steel AWS E 6013 yang berdiameter,  $\varnothing = 3,2$  mm dengan arus pengelasan yang digunakan adalah 120 Ampere. Data - data hasil penelitian yang diperoleh dianalisa dengan metode “klasifikasi menurut dua kriteria dan korelasi parsial”. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin besar jumlah sisi las atau jumlah baut yang diberikan terhadap sambungan dua buah besi plat, maka nilai kekuatan tarik akan bertambah besar yaitu  $\sigma_{u\ 2\ baut} = 0,526$  kN/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_{u\ 3\ baut} = 0,560$  kN/mm<sup>2</sup> dan  $\sigma_{u\ 4\ baut} = 0,575$  kN/mm<sup>2</sup>. Sambungan kombinasi las dan baut berpengaruh terhadap kekuatan tarik material dengan korelasi positif sempurna dan signifikan dengan nilai korelasinya sama dengan 0.922911 atau determinasinya  $R = 85.1765$  %. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan bagi industri yang bergerak dibidang konstruksi sambungan, mekanik dan operator las untuk menentukan perlakuan yang diberikan pada pengelasan bidang konstruksi.

**Kata Kunci :** *Sambungan Kombinasi, Las Dan Baut, Kekuatan Tarik Material*

### Pendahuluan

Ruang lingkup penggunaan sambungan kombinasi seperti baut dan las dalam bidang konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekanan, kendaraan rel dan sebagainya. Disamping untuk pembuatan, proses pengelasan dapat juga digunakan untuk kegiatan perbaikan, mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras pada alat-alat perkakas, pemertebal bagian-bagian yang sudah aus dan berbagai jenis perbaikan lainnya.

Kekuatan sambungan las pada konstruksi bangunan kadang-kadang tidak mampu menerima beban yang terjadi. Misalnya beban tarik, tekanan atau beban geser yang terjadi secara tiba-tiba yang tidak pernah diperhitungkan sebelumnya. Hal ini akan mengakibatkan rusaknya sambungan las yang pada akhirnya akan merusak bangunan konstruksi itu karena lepasnya elemen-elemen konstruksi tersebut. Salah satu cara untuk menambah kekuatan sambungan las tersebut tanpa merubah bentuk atau model elemen dan lasnya adalah dengan menambah baut sehingga kalau sambungan lasnya rusak, maka sambungan antara elemen-elemen konstruksi tersebut tidak langsung rusak atau lepas. Oleh karena itu, perlu dilakukan

penelitian untuk mengetahui jumlah baut yang dibutuhkan dalam sambungan kombinasi (las dan baut) tersebut sesuai dengan beban yang diterima, agar supaya prosentasi kenaikan kekuatan sambungan kombinasi tersebut dapat diketahui dibandingkan dengan kekuatan sambungan las saja. Dengan mengetahui kekuatan sambungan kombinasi tersebut maka dapat dipilih jumlah baut yang tepat dalam sambungan kombinasi sesuai dengan besarnya beban yang diterima sambungan tersebut.

### Rumusan Masalah

1. Berapa besar pengaruh bentuk las terhadap kekuatan tarik.
2. Berapa besar pengaruh variasi jumlah baut dalam sambungan ( 2 , 3, dan 4) terhadap kekuatan tarik.
3. Berapa besar pengaruh sambungan kombinasi las transversal dan longitudinal dengan variasi jumlah baut terhadap kekuatan tarik bila dibandingkan dengan sambungan baut atau las saja.
4. Bagaimana hubungan sambungan kombinasi antara las transversal dan longitudinal dengan variasi jumlah baut terhadap kekuatan tarik.

**Tujuan Penelitian**

1. Untuk menentukan besar pengaruh arus las 120 Ampere melalui las transversal dan longitudinal terhadap kekuatan tarik.
2. Untuk menentukan besar pengaruh variasi jumlah baut (2, 3 dan 4) pada sambungan besi pelat terhadap kekuatan tarik.
3. Untuk menentukan besar pengaruh sambungan kombinasi las transversal dan longitudinal dengan variasi jumlah baut terhadap kekuatan tarik.
4. Untuk menentukan hubungan sambungan kombinasi pengelasan transversal dan longitudinal dengan variasi jumlah baut terhadap kekuatan tarik.

**Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan hubungan antara variasi sisi las dan jumlah baut, dengan arus las 120 Ampere terhadap kekuatan kombinasi sambungan. Melalui data-data teknik ini dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai acuan dalam industri konstruksi baja, disamping itu hasil penelitian ini menjadi bahan dasar untuk penelitian pengaruh sambungan kombinasi las dan baut terhadap kekuatan material lebih jauh.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Proses pengelasan dengan pengaruh panasnya akan memberikan efek pada perubahan besar butir-butir kristal pada logam induknya. Daerah yang terkena pengaruh panas ini akan menimbulkan kasus cacat pada sifat mekanis logam tersebut. Selain pada daerah lasnya yang mempunyai corak dan butir kristal yang berlainan, pada logam induk sekelilingnya yang terkena panas dapat pula terjadi penghalusan atau pengkasaran butir-butir kristal.

Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Secara terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan menggunakan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las, jenis las dan jenis sambungan yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang tersebut.

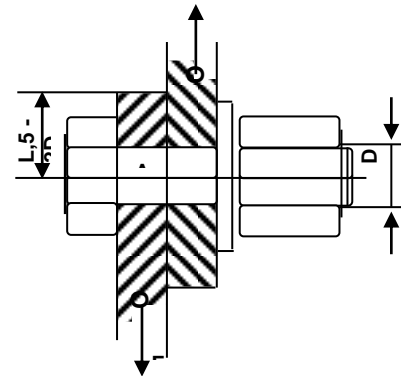
**Baut dan Mur**

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting dan merupakan sambungan atau alat yang dapat dilepas yang sewaktu-waktu dapat dibuka lagi. Baut digolongkan menurut kepalanya,

yaitu segi enam, soget segi enam, dan kepala persegi. Baut dan mur dapat dibagi menjadi : Baut penjepit, baut untuk pemakaian khusus, sekrup mesin, sekrup penetap, sekrup penyetop dan mur.

Bentuk-bentuk penjepit dapat dibagi menjadi :

- a. Baut tembus adalah untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan dikatakan dengan sebuah mur.
- b. Baut tap adalah untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang tapkan pada salah satu bagian.
- c. Baut tanam merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya.



**Gambar 1**, Sambungan baut pada pembebanan melintang

Bentuk umum pada pembebanan melintang adalah :

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi n \tau d}} \dots\dots\dots \text{Pers. 1}$$

Dimana:

P = Pembebanan dalam Kg

N = Jumlah baut yang dipasang

D = Diameter luar dari baut dalam mm

$\tau_d$  = Tegangan geser dalam Kg/cm<sup>2</sup> ( $\tau_d = 0,8 \tau_t$ )

$\tau_t$  = Tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>)

**Kekuatan sambungan las dapat ditinjau dari dua aspek yaitu :**

1. Kekuatan Statik dapat ditinjau dari beberapa faktor yaitu :

- a. Sifat-sifat tarikan

Sifat-sifat tarikan yang dimaksud adalah sifat-sifat yang berhubungan dengan pengujian tarik. Dalam sambungan las, sifat tarik sangat dipengaruhi oleh sifat dari logam induk, sifat dari HAZ, sifat logam las, dan sifat-sifat dinamik dari sambungan yang berhubungan erat dengan geometri dan distribusi tegangan dalam sambungan.

- b. Kekuatan logam las
- c. Dalam kondisi las selalu digunakan logam las yang mempunyai kekuatan dan keuletan yang lebih baik atau paling tidak sama dengan logam induk.
- d. Sifat tarikan dari sambungan las tumpul Pada dasarnya kekuatan sambungan las tumpul sama dengan kekuatan logam induk asal saja pemilihan bahan las dan cara pengelasannya tepat. Dalam pelaksanaannya manik las dalam las tumpul mempunyai ketebalan yang lebih dari pada plat yang dilas dan ini disebut penguatan las.

2. Kekuatan tumbuk

Kekuatan tumbuk dari suatu bahan adalah kemampuan bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji dengan palu ayun sehingga dapat dikatakan kekuatan tumbuk adalah sifat logam yang sama dengan ketangguhan, (Wirjosumatro. 1994).

Pengujian kekuatan sambungan las dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :

- a. Pengujian tanpa merusak bahan (NDT – Non Destructive test)
- b. Pengujian dengan merusak bahan (DT – Destructive test)

Pengujian ini dilakukan dengan merusak bahan dengan cara : Uji tarik ,Uji kekerasan, Uji lengkung, (Suharto. 1991)

Suatu bahan dapat berubah dengan adanya gaya yang bekerja padanya dan akan mendapat perlawanan gaya dalam bahan yang cenderung untuk melawan gaya luar. Hasil interaksi kedua gaya tersebut adalah kecenderungan dari bahan untuk kembali ke bentuk semula apabila gaya-gaya luar ditiadakan yang disebut kelenturan (elastistas) bahan.

Deformasi elastis terjadi bila sepotong logam dibebani gaya dan bila berupaya gaya tarik benda akan bertambah panjang, sebaliknya bila beban berupa gaya tekan mengakibatkan benda menjadi pendek. Regangan elastis adalah hasil dari perpanjangan sel satuan dalam arah tegangan tarik atau dalam arah tekanan. Bila hanya ada deformasi elastik, regangan akan sebanding dengan tegangan. Perbandingan antara tegangan dan regangan disebut modulus elastisitas. Makin besar gaya tarik menarik antar atom logam, makin tinggi pula modulus elastisitasnya. Pada saat batang uji menerima gaya tarik sebesar  $F$ , dengan luas penampang mula-mula  $A_0$ , maka panjang batang akan bertambah sebesar  $\Delta L$ , sehingga timbul tegangan yang besarnya.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots \text{Pers. 2}$$

Dimana:

$F$  = Beban (N)

$A_0$  = Luas penampang mula-mula ( $\text{mm}^2$ )

Perbandingan antara pertambahan panjang ( $\Delta l = l_1 - l_0$ ) dengan panjang mula-mula ( $l_0$ ) disebut *regangan*.

$$\varepsilon = \frac{L_1 + L_0}{L_0} \dots\dots\dots \text{Pers. 3}$$

Dimana:

$\varepsilon$  = Regangan

$L_1$  = Panjang setelah diberi beban (mm)

$L_0$  = Panjang mula-mula (mm)

Perbandingan antara tegangan dan regangan elastis disebut Modulus elastisitas (Modulus Young), yang perumusannya seperti berikut ini :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots \text{Pers. 4}$$

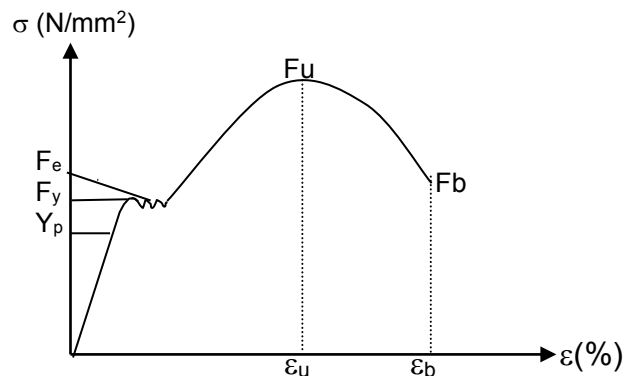
Dimana:

$E$  = Modulus Young ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\sigma$  = Tegangan ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\varepsilon$  = Regangan (%)

Pada pengujian tarik spesiment dibebani secara bertahap, yang bertambah besar sedikit demi sedikit. Akibat pembebanan ini, maka terjadi perubahan panjang terhadap besarnya beban oleh mesin tarik sehingga terjadi hubungan diagram ( $\sigma - \varepsilon$ ). Pada diagram ini dapat dilihat adanya titik-titik proporsional limit yang mengidentifikasi batas tegangan adalah sebanding dengan regangan. Hubungannya dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2, Hubungan antara Tegangan dan Regangan

Sampai pada suatu titik puncak disebut sebagai batas proporsional, apabila tegangan dengan regangan sebanding, maka grafik akan menunjukkan garis lurus. Jika sampai pada batas elastis, tegangan tidak lagi sebanding dengan regangan. Jika beban dihilangkan maka panjang batang akan kembali seperti keadaan semula. Sebagai catatan bahwa bisa dianggap batas elastis dan batas proporsionalitas tidak berbeda. Jika beban yang bekerja pada batang uji diteruskan sampai diluar batas elastis akan terjadi secara tiba-tiba perpanjangan permanen dari suatu batang uji, ini disebut dengan Yield point (batas lumer), dimana regangan meningkat sekalipun tidak ada peningkatan tegangan (hanya terjadi pada bajak lunak).

### METODOLOGI PENELITIAN

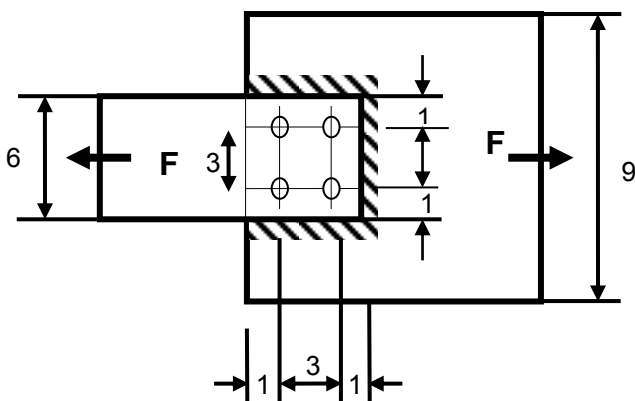
Penelitian ini dilaksanakan pada Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang untuk membentuk model dan mengelas serta pengujian tarik benda kerja yang akan diuji/diteliti.

### Variabel Penelitian

Dalam kegiatan penelitian ini diamati adalah pengaruh sambungan kombinasi las dan baut terhadap kekuatan material besi pelat dengan ketentuan sebagai berikut :

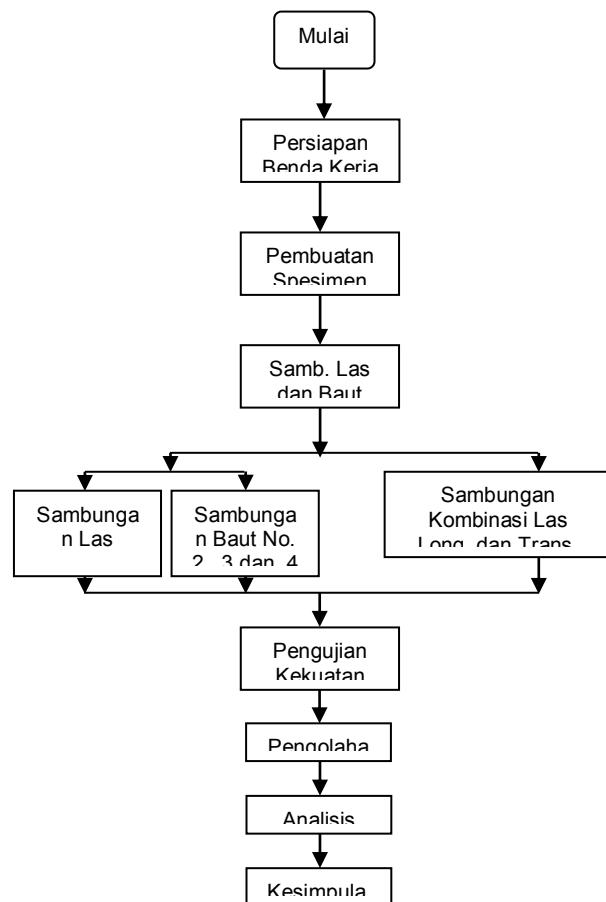
1. Jumlah baut yang digunakan adalah 2, 3 dan 4 dengan ukuran M7.
2. Jarak antara baut adalah 30 mm dan yang akan divariasikan hanyalah jumlah baut
3. Bentuk las adalah Las Longitudinal dan Transversal
4. Material uji yang digunakan adalah Besi pelat ST 37 ( $\sigma_u = 0,533 \text{ kN/mm}^2$ )
5. Elektroda Nikko Steel  $\varnothing 3,2 \text{ mm}$ , Arus las 120 A

### Model Benda Kerja dan Material Uji



Gambar 3, Model Benda Kerja (untuk 4 baut)

### Tahapan Pelaksanaan



### Metode Analisis

Metode Analisis yang digunakan dari hasil pengujian tarik ialah  $\sigma = \frac{F}{A_0}$  dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel yang diteliti digunakan bentuk persamaan

$$r_{123} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}}$$

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### Sambungan Las

Pada tabel 1, tentang nilai kekuatan tarik sambungan variasi sisi las kekuatan tarik terhadap variasi jumlah sisi las diperoleh bahwa peningkatan jumlah sisi las yang diberikan pada sambungan dua buah besi pelat, dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik.

Tabel 1, Nilai kekuatan tarik rata – rata sambungan las

Jenis Las	Gaya (kN)			Luas (mm <sup>2</sup> ) Ao = Ab	Tegangan (kN/mm <sup>2</sup> )		
	Fy	Fu	Fb		Ty	Tu	Tb
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1 Sisi	49.00	51.83	27.17	240.00	0.204	0.216	0.113
2 sisi	49.50	54.00	30.00	240.00	0.206	0.225	0.125
3 Sisi	56.17	70.23	46.00	240.00	0.234	0.293	0.192

Pada table 1, tersebut dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik terbesar dari variasi sisi las yang diberikan pada sambungan dua buah pelat yaitu sambungan las 3 (tiga) sisi atau kombinasi las longitudinal dengan las transversal,  $\sigma_u = 0,293$  kN/mm<sup>2</sup> dan regangan tertinggi yang terjadi saat beban ultimate adalah  $\epsilon_u = 7.95$  %. Dalam hal ini pemakaian sambungan las yang cocok dipergunakan dalam suatu konstruksi adalah sambungan las 3 sisi atau sambungan kombinasi las longitudinal dan las transversal dengan memperhatikan beban yang akan diterima oleh sambungan tersebut. Dari Tabel diatas menunjukkan bahwa tegangan sambungan saat Yielding, Ultimate sampai break, dimana kekuatan tarik maksimum terjadi pada sambungan las kombinasi 3 (tiga) sisi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah sisi las yang diberikan, akan meningkat nilai kekuatan tarik terhadap sambungan las.

### Sambungan Baut

Pada tabel hasil perhitungan nilai kekuatan tarik sambungan baut dan gambar grafik

hubungan antara kekuatan tarik terhadap variasi jumlah baut, yakni terdapat pada tabel 2, menghasilkan bahwa semakin banyak jumlah baut yang diberikan terhadap sambungan dua buah pelat, maka nilai kekuatan tarik akan meningkat. Hal ini nilai kekuatan tarik terbesar pada sambungan 4 (empat) baut  $\sigma_u = 0,271$  kN/mm<sup>2</sup>. Dari hasil penelitian tarik diperoleh nilai beban saat yielding pada pengujian spesimen besi pelat untuk sambungan 4 (empat) baut, sedangkan sambungan 2 (dua) baut dan 3 (tiga) baut dalam pengujian tarik tidak dapat diketahui nilai beban yielding, karena waktu yang dipergunakan dalam uji tarik sampai pelat sambungan putus sangat singkat dan jarum indikator tidak menunjukkan adanya beban yielding yang terjadi, jika dibandingkan dengan sambungan 4 (empat) baut terhadap dua buah pelat. Dalam hal ini pemakaian sambungan baut yang cocok dipergunakan dalam suatu konstruksi sambungan baut adalah sambungan 4 (empat) baut dengan memperhatikan beban yang akan diterima oleh sambungan tersebut. Nilai kekuatan tarik sambungan baut adalah sebagai berikut:

Tabel 2, Nilai kekuatan tarik rata – rata sambungan baut

Jenis Las	Gaya (kN)			Luas (mm <sup>2</sup> ) Ao = Ab	Tegangan (kN/mm <sup>2</sup> )		
	Fy	Fu	Fb		Ty	Tu	Tb
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
2 Baut	0.00	39.00	34.83	240.00	0.000	0.163	0.145
3 Baut	0.00	47.60	41.50	240.00	0.000	0.198	0.173
4 Baut	57.23	65.00	61.67	240.00	0.238	0.271	0.257

### Sambungan Kombinasi Las dan Baut

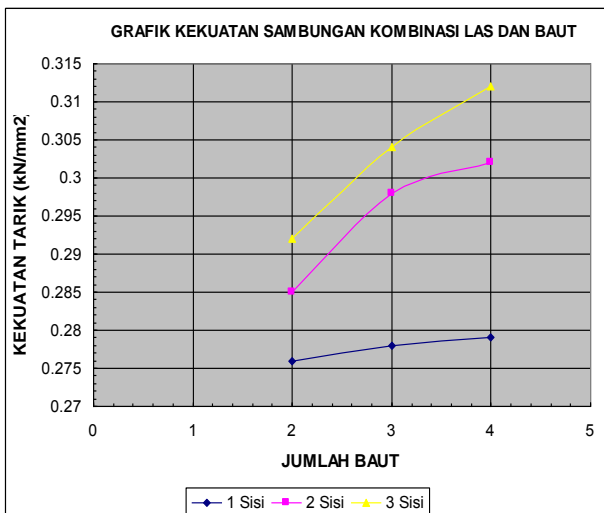
Pada gambar 4, menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik diperoleh pada sambungan kombinasi las 3 sisi (kombinasi las longitudinal dan transversal) dengan 4 baut. Sebagaimana hasil

perhitungan pada tabel 3, dimana nilai hitung untuk sambungan kombinasi las dengan baut lebih besar dari nilai tabel, berarti sambungan kombinasi las dan baut berpengaruh terhadap kekuatan tarik suatu bahan.

Tabel 3, Nilai kekuatan tarik rata – rata sambungan kombinasi las dan baut

Jenis Sambungan	Luas (mm <sup>2</sup> ) Ao = Ab	Tegangan (kN/mm <sup>2</sup> )	Pengelasan		
			1 Sisi	2 Sisi	3 Sisi
<b>1</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	240	Ty	0.240	0.239	0.242
2 Baut	240	Tu	0.276	0.285	0.292
	240	Tb	0.213	0.188	0.190
	240	Ty	0.244	0.240	0.254
3 Baut	240	Tu	0.278	0.298	0.306
	240	Tb	0.219	0.194	0.218
	240	Ty	0.254	0.242	0.256
4 Baut	240	Tu	0.279	0.302	0.312
	240	Tb	0.230	0.200	0.180

Nilai tegangan tarik rata-rata sambungan kombinasi las dan baut seperti pada tabel 3, maka berdasarkan nilai tersebut akan diperoleh grafik seperti di bawah



Gambar 4, Grafik Tegangan Tarik Vs Jumlah Baut

Dalam hal ini bahwa berdasarkan hasil perhitungan tersebut diatas menunjukkan bahwa koefisien korelasi parsial untuk sambungan kombinasi las dan baut terhadap kekuatan tarik adalah  $r_{12.3} = 0.80273$ ,  $r_{13.2} = 0.93294$ ,  $r_{23.1} = 0.7489$ . Jadi sambungan kombinasi las dan baut berkorelasi positif terhadap kekuatan tarik, sehingga proses sambungan kombinasi las dan baut korelasinya signifikan dikarenakan koefisien korelasinya sama dengan (+0.93294). Besar pengaruh sambungan kombinasi las dan baut sebesar  $R = 99.742\%$  terhadap kekuatan tarik.

ini:

Tabel 4, Analisis Korelasi Kekuatan Tarik

No	Y Tarik	X <sub>2</sub> Las	X <sub>3</sub> Baut	X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> Y	X <sub>3</sub> Y
1	0.276	1	2	1	4	0.076	2	0.276	0.552
2	0.285	1	3	1	9	0.081	3	0.285	0.855
3	0.292	1	4	1	16	0.085	4	0.292	1.168
4	0.278	2	2	4	4	0.077	4	0.556	0.556
5	0.298	2	3	4	9	0.089	6	0.596	0.894
6	0.306	2	4	4	16	0.094	8	0.612	1.224
7	0.279	3	2	9	4	0.078	6	0.837	0.558
8	0.302	3	3	9	9	0.091	9	0.906	0.906
9	0.312	3	4	9	16	0.097	12	0.936	1.248
	<b>2.628</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>42</b>	<b>87</b>	<b>0.769</b>	<b>54</b>	<b>5.296</b>	<b>7.961</b>

Berdasarkan hasil perhitungan kekuatan tarik pada sambungan kombinasi las dan baut sebagaimana pada tabel 3, bahwa kekuatan sambungan kombinasi las 3 (tiga) sisi atau gabungan las longitudinal dan transversal dengan 4 (empat) baut mempunyai nilai kekuatan tarik terbesar yakni  $\sigma_u = 0,312 \text{ kN/mm}^2$  jika dibandingkan nilai kekuatan tarik sambungan las maupun sambungan baut saja. Hal ini dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah sisi las atau jumlah baut yang diberikan terhadap sambungan dua buah besi pelat, maka nilai kekuatan tarik akan turut bertambah besar.

Dalam penggunaan material sambungan pada suatu konstruksi bahwa jenis sambungan yang cocok digunakan adalah sambungan kombinasi las longitudinal dan transversal dengan 4 (empat) baut, jika dibandingkan dengan sambungan las saja atau hanya sambungan baut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dalam penelitian Analisis pengaruh sambungan kombinasi las dan baut terhadap kekuatan material memberikan kesimpulan :

1. Semakin besar jumlah baut yang digunakan dalam sambungan dua buah pelat material baja karbon rendah, maka nilai kekuatan tarik akan bertambah besar.
2. Nilai kekuatan tarik sambungan las bertambah besar dengan bertambahnya variasi sisi las yang diberikan terhadap sambungan dua buah pelat material baja karbon rendah.
3. Nilai kekuatan tarik maksimum pada sambungan kombinasi las longitudinal dan transversal dengan sambungan 4 (empat) baut yakni  $\sigma_u = 0,312 \text{ Kn/mm}^2$  jika dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik untuk sambungan las adalah ,  $\sigma_u = 0,293 \text{ kN/mm}^2$  atau hanya sambungan baut saja yakni  $\sigma_u = 0,271 \text{ kN/mm}^2$
4. Sambungan kombinasi las dan baut berpengaruh terhadap kekuatan tarik material dengan koefisien korelasi adalah  $r_{12,3} = 0.80273$  ,  $r_{13,2} = 0.93294$ , dan  $r_{23,1} = 0.7489$ , dengan korelasi yang sempurna dan signifikan yakni nilai korelasinya sama dengan positif 0.93294 ( R = 99.742 % ).

### Saran

1. Penelitian tentang pengaruh sambungan kombinasi las dan baut terhadap kekuatan

material perlu diperhatikan jenis material yang digunakan.

2. Didalam pembentukan specimen sebelum uji tarik dilakukan perlu diperhatikan bentuk dan ukuran yang digunakan
3. Ketelitian dalam proses pengerjaan pengelasan dan pengujian uji - tarik dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Althouse. A.D., Modern Welding South Hollond South Hollond, The Goodheart Wiltox Co. In., 1970.
- [2] John Wiley & Sons, Inc The Theoretical Engineering Statistic and Aplication, Jakarta Hald. 1965.
- [3] Muhammadong, Uji Mekanik Baja EMS-45 Hasil Proses Pengelasan dengan Busur Listrik (SMAW), Skripsi, MIFA UNHAS Makassar, 1998.
- [4] Neely, John E., Practical Meralurgy and Material of Industry, New York, John Wiley & Sons, Inc, 1984.
- [5] Sidny, Havner, Introduction To Physical Merallurgy. Singapore, Mc. Graw-Hill Co, 1984.
- [6] Sriati, Djafrie, Ilmu dan teknologi Bahan, Erlangga, Jakarta, 1992.
- [7] Sriwidharto, Petunjuk Kerja Las, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.
- [8] Suharto, Teknologi Pengelasan Logam, Rineka Cipta, Jakarta, 1991.
- [9] Wiryosunarto, Harsono, Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta, PT. 1994.
- [10] Sriati Djaprie, Metalurgi Mekanik, Jakarta, Erlangga, 1988.
- [11] Gandhi Harapap, Perencanaan Teknik Mesin, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [12] R.E. Smallman, Metalurgi Fisik Modern, PT. Gramedia, Jakarta, 1991.
- [13] Tata Surdia, Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1985.
- [14] Umar Sukrisno, Bagian – Bagian Mesin Dan Merencana, Erlangga, Jakarta, 1983.