

## ANALISA PENGARUH VARIASI KETEBALAN PLAT TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA SAMBUNGAN LAS *BUTT JOINT MILD STEEL SS 400*

**Afit Reni Prastiwi**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [afitprastiwi@mhs.unesa.ac.id](mailto:afitprastiwi@mhs.unesa.ac.id).

**Mochamad Arif Irfa'i**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [arifirfai@unesa.ac.id](mailto:arifirfai@unesa.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini membahas uji statistik pengelasan dengan busur listrik elektroda berselaput (*fluks*) atau disebut juga dengan istilah *Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Permasalahan yang sering terjadi adalah keretakan pada komponen alat berat seperti *boom excavator*. Metode penelitian yang digunakan statistika deskriptif kuantitatif. Uji Tarik dilakukan secara eksperimental dan simulasi pada *software Solidwork*, kemudian membandingkan data hasil eksperimen Uji Tarik dengan hasil simulasi Uji Tarik pada *software Solidwork*, dimana hasilnya berupa data kuantitatif. Dari data hasil Uji Tarik menunjukkan bahwa ketebalan plat pengganti pada sambungan las *mild steel SS 400* berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik. Spesimen ketebalan 8 mm dan 12 mm memiliki nilai kekuatan tarik terendah dengan rata-rata 403,5 N/mm<sup>2</sup>. Spesimen ketebalan 10 mm dan 12 mm memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata 476,1 N/mm<sup>2</sup>. Spesimen ketebalan 12 mm dan 14 mm memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dengan rata-rata 478,3 N/mm<sup>2</sup>. Spesimen ketebalan 12 mm dan 16 mm memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata 471,9 N/mm<sup>2</sup>. Hasil kekuatan tarik berbasis simulasi *software Solidwork* secara numerik memiliki nilai kekuatan tarik yang sama dengan nilai kekuatan tarik yang dilakukan secara eksperimental.

**Kata kunci:** Variasi Ketebalan Plat, Kekuatan Tarik, Sambungan Las *Butt Joint, Mild Steel SS 400*.

### Abstract

This study discusses the statistical test of welding with electrode webbed electrodes (flux), also known as Shield Metal Arc Welding (SMAW). The problem that often occurs is the cracking in the components of heavy equipment such as the excavator boom. The research method used is quantitative descriptive statistics. Tensile Test was conducted with experimental and simulation on Solidwork Softwares, then compared the experimental results of the Tensile Test with the results of the Tensile Test on Solidwork software, which produced quantitative data. From the Tensile Test results data points to the steel plate link on the SS 400 mild steel connection against the value of tensile strength. Specimens thickness of 8 mm and 12 mm have the lowest tensile strength with an average of 403.5 N / mm<sup>2</sup>. Specimens thickness of 10 mm and 12 mm have an average tensile strength value of 476.1 N / mm<sup>2</sup>. Specimens of thickness of 12 mm and 12 mm have an average tensile strength value of 476.1 N / mm<sup>2</sup>. Specimens of thickness of 12 mm and 14 mm have the highest tensile strength values with an average of 478.3 N / mm<sup>2</sup>. Specimens of thickness of 12 mm and 16 mm have an average tensile strength value of 471.9 N / mm<sup>2</sup>. The tensile test results performed by Softworker Solidwork have the same tensile strength values as the tensile strength values carried out experimentally.

**Keywords:** Plate Thickness Variation, Tensile Strength, Butt Joint Connection, SS 400 Mild Steel.

### 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. Pada area industrialisasi teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, pipa saluran, perumahan, kendaraan dan lain sebagainya.

Pengelasan adalah menyambung logam dengan cara memanasi sampai mencair, dimana pada benda kerja yang mencair atau meleleh akan menyatu dengan bantuan bahan tambahan sehingga terbentuklah suatu sambungan, melelehnya benda kerja dan benda tambahan disebabkan oleh panas yang datang dari busur listrik, busur listrik ini terjadi pada waktu adanya perpindahan arus listrik dari batang elektroda ke benda kerja lewat udara busur listrik ini menyala dalam garis lintang udara yang menyalurkan arus listrik. Oleh karena itu pemanasan ini bersifat setempat maka bagian benda kerja dan ujung elektroda yang saling berdekatan akan mencair (Wiriyosumarto, 2000:39).

Jenis-jenis cara pengelasan secara konvensional dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri. Sedangkan klasifikasi kedua yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya. Cara pengelasan yang sering digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik terbagi menjadi 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas, las busur tanpa gas, las busur rendam.

Pada penelitian ini akan membahas tentang uji statistik pengelasan khusus pengelasan dengan busur listrik elektroda berselaput (fluks) atau disebut juga dengan istilah *Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Peristiwa yang sering terjadi adalah keretakan pada sebuah komponen alat berat seperti *excavator*. Di sebuah perusahaan di kota Sidoarjo yang bergerak di bidang fabrikasi, *repair & maintenance* alat berat seperti *excavator*, *dozer*, *bucket*, *silinder*, *boom*, dan komponen pendukung lainnya sering mendapatkan order *repair boom* yang mengalami ke... bagian dinding tengah. Lihat pada gambar



Gambar 1. Keretakan Pada Bagian Dinding Tengah *Boom Excavator*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Keterangan :

- a. *Boom* yang akan di *repair*
- b. Keretakan pada bagian dinding tengah *boom*

*Boom* adalah salah satu komponen yang ada pada *excavator* atau sering disebut dengan lengan *excavator*. Di perusahaan tersebut merepair *boom* yang mengalami

keretakan pada bagian dinding tengah dengan cara memotong bagian plat yang retak menggunakan mesin las blander. Plat yang digunakan untuk mengganti plat yang telah dipotong adalah bahan plat tipe Mild Steel SS 400 dengan ketebalan 14 mm. Di perusahaan tersebut mengganti plat yang retak dengan plat yang baru dengan ketebalan berbeda yaitu selisih 2 mm diatas plat yang sebelumnya. Hal ini bertujuan agar sambungan las lebih kuat, sambungan yang digunakan yaitu sambungan las *butt joint*.

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini difokuskan pada kekuatan tarik menggunakan *software* simulasi *solidwork* secara numerik dan uji tarik. Hal ini yang membuat penulis terdorong untuk melakukan penelitian tentang “Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Plat Terhadap Kekuatan Tarik Pada Sambungan Las *Butt Joint Mild Steel Ss 400*”

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah antara lain :

- Bagaimana pengaruh variasi ketebalan plat pengganti pada sambungan las *mild steel* SS 400 terhadap kekuatan tarik?
- Bagaimana hasil kekuatan tarik berbasis *software solidwork* secara numerik?

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Mengetahui pengaruh variasi ketebalan plat pengganti pada sambungan las *mild steel* SS 400 terhadap kekuatan tarik.
- Mengetahui hasil kekuatan tarik berbasis *software solidwork* secara numerik.

### Kajian Teoritik

#### • Pengelasan

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

#### • Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Las busur listrik elektroda terlindung atau dikenal dengan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Karena panas dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan membeku bersama [Wiriyosumarto, 2004].

**Mild Steel SS 400**

Plat baja *mild steel* SS400 adalah salah satu baja canai panas structural. Plat *mild steel* SS400, yang dikenal sebagai SS400 JIS 3101, di ASME kode bagian II-A & spesifikasi JIS dari pelat baja untuk konstruksi umum termasuk dalam kategori SA-36. Baja umum (*mild steel*) memiliki komposisi kimia yang hanya karbon (C), Manganese (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S) dan pospor (P) yang dipakai untuk konstruksi umum. SS 400/ JIS G3101/ ASTM A36, baja dengan kadar karbon rendah (max 0.17%C) / Low C Steel, material ini tidak dapat di keraskan (hardening)/ perlakuan panas (heat treatment) melalui proses quench dan temper.

**Pengujian Tarik**

Uji tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus.

**Pengaruh ketebalan plat**

Ketebalan plat yang dipakai akan mempengaruhi kecepatan rambatan panas yang terjadi, baik pada saat pengelasan maupun sesudah pengelasan (pendinginan). Hal ini akan berpengaruh pada pembentukan fasa akhir yang terbentuk, sehingga akan menentukan kekuatan sambungan las. (Wiryosumarto, H., 2004).

**METODE**

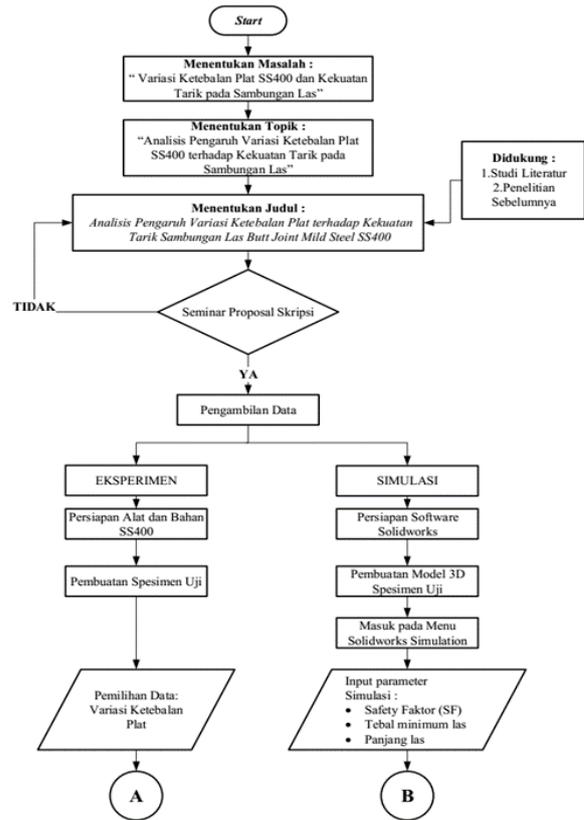
**Jenis Penelitian**

Penelitian eksperimen yang digunakan yaitu pendekatan kuantitatif.

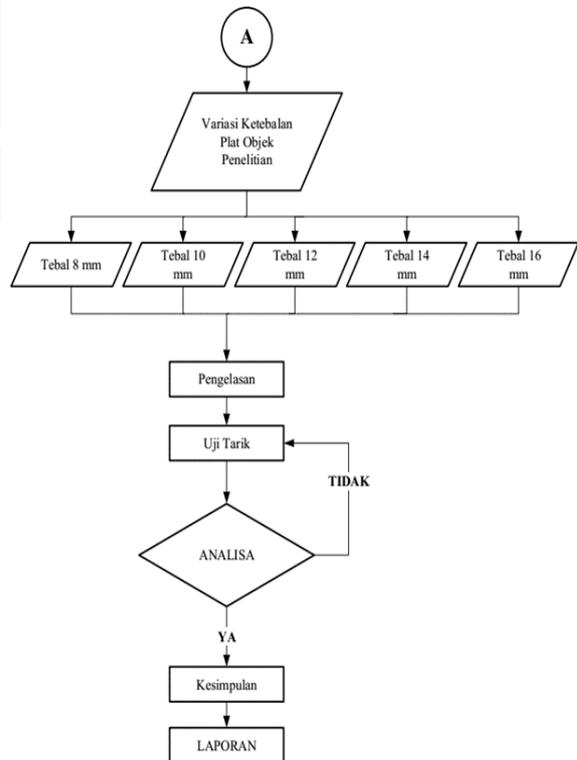
**Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada Bulan Januari – April semester genap tahun ajaran 2018/2019 bertempat di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (UNESA), PT. Sarana Mitra Sejati, dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijawa (UB).

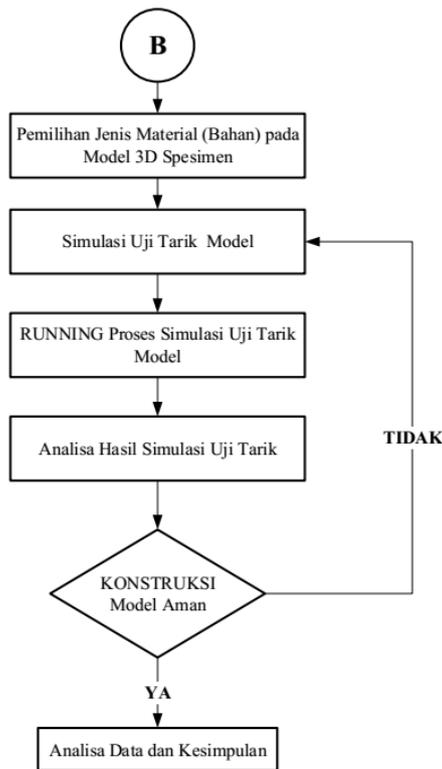
**Rancangan Penelitian**



Gambar 2. Flowchart Rancangan Penelitian



Gambar 3. Lanjutan Flowchart Rancangan Penelitian



Gambar 4. Lanjutan Flowchart Rancangan Penelitian

**Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data diperoleh dengan melakukan Uji tarik dan Simulasi Statis pada *Software Solidworks*.

- Teknik pengumpulan data Uji Tarik eksperimental :
  - Persiapan spesimen uji objek penelitian dengan variasi ketebalan plat
  - Proses pengelasan dengan SMAW
  - Pemotongan spesimen uji
  - Pengujian Tarik
  - Pengumpulan data
  - Analisa data dan pembahasan
  - Hasil Percobaan
- Teknik Pengumpulan data Uji Tarik berbasis menggunakan *software Solidwork*
  - Pembuatan model 3D spesimen uji objek penelitian dengan *software Solidworks*.
  - Proses pengelasan pada spesimen uji objek penelitian model 3D *solidworks*.
  - Start pada *interface Solidworks Simulation Mechanical*.
  - Melakukan input parameter pada *Solidworks Simulation*.
  - Melakukan simulasi Uji Tarik pada *Solidworks Simulation*
  - Running proses simulasi Uji Tarik model pada *Solidworks Simulation*.
  - Analisa hasil simulasi berbasis plot grafik yang ditampilkan

**Prosedur Penelitian**

- Prosedur penelitian eksperimental
  - Tahap Persiapan  
Tahap awal yaitu persiapan alat dan bahan *mild steel* SS 400 yang akan digunakan untuk uji tarik spesimen.
  - Tahap Pembuatan Spesimen  
Pembuatan spesimen uji tarik berdasarkan ASTM Vol. 3 A370-03a.
  - Tahap Pemilihan data  
Menggunakan 5 variasi ketebalan plat yaitu 8mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm dan 16 mm.
  - Tahap pengelasan  
Jenis las yang digunakan adalah las busur elektroda terlindung (SMAW), dengan Elektroda E7018 diameter 3,2 mm.
  - Tahap Pengujian tarik  
Menguji spesimen hingga patah menggunakan mesin *Universal Testing Machine (UTM)*.
  - Tahap Analisa  
Menganalisa hasil pengujian tarik pengaruh variasi ketebalan plat.
  - Tahap Kesimpulan  
Membuat simpulan dari data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan.
  - Tahap Laporan  
Membuat laporan pengaruh variasi ketebalan plat terhadap kekuatan tarik.
- Prosedur Penelitian Simulasi
  - Tahap Persiapan  
Mempersiapkan *software solidwork* yang akan digunakan untuk pengujian tarik.
  - Tahap Pembuatan Spesimen  
Membuat model 3D spesimen untuk pengujian tarik.
  - Tahap Simulasi  
Masuk pada menu *solidwork simulation*.
  - Tahap Input Parameter  
Memasukkan parameter simulasi pada *software solidwork*.
  - Tahap Pemilihan Bahan  
Memilih jenis material *mild stell* SS 400 pada model 3D spesimen.
  - Tahap Uji Tarik  
Simulasi uji tarik model.
  - Tahap *Running*  
Menjalankan simulasi uji tarik model pada *software solidwork*.
  - Tahap Analisa  
Menganalisa hasil simulasi uji tarik.
  - Tahap Konstruksi  
Mengecek apakah simulasi pengujian tarik sudah benar.

- Analisa Data dan Kesimpulan  
Menganalisa hasil simulasi pengujian tarik dan memeberi kesimpulan.

**Teknik Analisis Data**

Teknik yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara membandingkan data hasil eksperimental Uji Tarik dengan hasil simulasi Uji Tarik pada *softwere Solidwork*, dimana hasilnya berupa data kuantitatif. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut dalam bentuk Tabel maupun grafik dan dalam kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2010:29).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian Uji Tarik**

- Data hasil uji tarik Eksperimental
  - Spesimen dengan ketebalan plat 8 mm yang disambungkan dengan ketebalan plat 12 mm

Tabel 1. Data Hasil Uji Tarik Plat 8 mm dan 12 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Dimensi			Ultimate Load N	Ultimate Stress N/mm <sup>2</sup>	Yield Load N	Yield Stress N/mm <sup>2</sup>
		Lebar W(mm)	Tebal T(mm)	Luas CSA (mm <sup>2</sup> )				
1	8 dan 12	42	10	420	172500	410,7	150000	375,1
2	8 dan 12	42	10	420	172500	410,7	150000	375,1
3	8 dan 12	42	10	420	167500	389,1	150000	375,1
Rata - rata					170833,3	403,5	150000	375,1



Gambar 5. Spesimen 1, 2, 3 yang Sudah Dilakukan Uji Tarik

- Kuat Tarik Maksimum spesimen 1 (*Ultimate Tensile Strength / UTS*):

$$\begin{aligned}
 P &= 172500 \text{ N} \\
 W &= 42 \text{ mm} \\
 T &= 10 \text{ mm} \\
 CSA &= W \times t \\
 &= 42 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\
 &= 420 \text{ mm}^2 \\
 \sigma &= \frac{P}{CSA} \\
 &= \frac{172500 \text{ N}}{420 \text{ mm}^2} \\
 &= 410,7 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

- Kuat Tarik Maksimum spesimen 2 (*Ultimate Tensile Strength / UTS*):

$$\begin{aligned}
 P &= 172500 \text{ N} \\
 W &= 42 \text{ mm} \\
 T &= 10 \text{ mm} \\
 CSA &= W \times t \\
 &= 42 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\
 &= 420 \text{ mm}^2 \\
 \sigma &= \frac{P}{CSA} \\
 &= \frac{172500 \text{ N}}{420 \text{ mm}^2} \\
 &= 410,7 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

- Kuat Tarik Maksimum spesimen 3 (*Ultimate Tensile Strength / UTS*):

$$\begin{aligned}
 P &= 167500 \text{ N} \\
 W &= 42 \text{ mm} \\
 T &= 10 \text{ mm} \\
 CSA &= W \times t \\
 &= 42 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\
 &= 420 \text{ mm}^2 \\
 \sigma &= \frac{P}{CSA} \\
 &= \frac{167500 \text{ N}}{420 \text{ mm}^2} \\
 &= 410,7 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

- Spesimen dengan ketebalan plat 10mm yang disambungkan dengan ketebalan plat 12mm

Tabel 2. Data Hasil Uji Tarik Plat 10 mm dan 12 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Dimensi			Ultimate Load N	Ultimate Stress N/mm <sup>2</sup>	Yield Load N	Yield Stress N/mm <sup>2</sup>
		Lebar W(mm)	Tebal T(mm)	Luas CSA (mm <sup>2</sup> )				
4	10 dan 12	42	11	462	222500	481,6	155000	335,4
5	10 dan 12	42	11	462	217500	470,7	155000	335,4
6	10 dan 12	42	11	462	220000	476	155000	335,4
Rata - rata					220000	476,1	155000	335,4



Gambar 6. Spesimen 4, 5, 6 yang Sudah Dilakukan Uji Tarik

- Spesimen dengan Ketebalan Plat 12 mm yang Disambungkan dengan Ketebalan Plat 12 mm

Tabel 3. Data Hasil Uji Tarik Plat 12 mm dan 12 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Dimensi			Ultimate Load N	Ultimate Stress N/mm <sup>2</sup>	Yield Load N	Yield Stress N/mm <sup>2</sup>
		Lebar W(mm)	Tebal T(mm)	Luas CSA (mm <sup>2</sup> )				
7	12 dan 12	42	12	504	245000	486	192500	381,9
8	12 dan 12	42	12	504	245000	486	192500	381,9
9	12 dan 12	42	12	504	230000	456,3	150000	297,6
Rata - rata					240000	476,1	178333,3	335,8



Gambar 7. Spesimen 7, 8, 9 yang Sudah Dilakukan Uji Tarik

- Spesimen dengan ketebalan plat 12mm yang disambungkan dengan ketebalan plat 14mm

Tabel 4. Data Hasil Uji Tarik Plat 12 mm dan 14 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness)	Dimensi			Ultimate Load	Ultimate Stress	Yield Load	Yield Stress
		Lebar	Tebal	Luas				
	Mm	W(mm)	T(mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	N	N/mm <sup>2</sup>	N	N/mm <sup>2</sup>
10	12 dan 14	42	13	546	267500	489	195000	357,1
11	12 dan 14	42	13	546	267500	489	195000	357,1
12	12 dan 14	42	13	546	250000	457	175000	320,5
Rata - rata					261666,6	478,3	183333,3	344,9



Gambar 8. Spesimen 10, 11, 12 yang Sudah Dilakukan Uji Tarik

- Spesimen dengan ketebalan plat 12 mm yang disambungkan dengan ketebalan plat 16 mm

Tabel 5. Data Hasil Uji Tarik Plat 12 mm & 16 mm

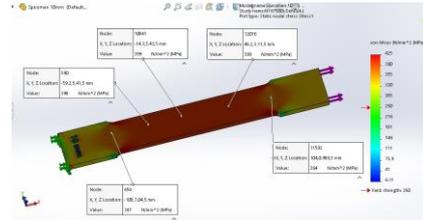
No	Tebal Plat (Plate Thickness)	Dimensi			Ultimate Load	Ultimate Stress	Yield Load	Yield Stress
		Lebar	Tebal	Luas				
	Mm	W(mm)	T(mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	N	N/mm <sup>2</sup>	N	N/mm <sup>2</sup>
13	12 dan 16	42	14	588	277500	471,9	230000	391,1
14	12 dan 16	42	14	588	277500	471,9	230000	391,1
15	12 dan 16	42	14	588	277500	471,9	240000	408,1
Rata - rata					277500	471,9	233333,3	396,7



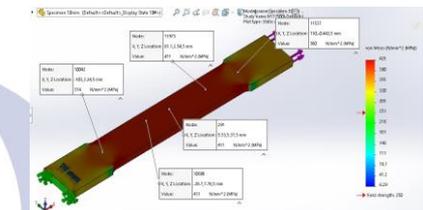
Gambar 9. Spesimen 13,14,15 yang Sudah Dilakukan Uji Tarik

• **Data Hasil Uji Tarik Simulasi**

Berikut ini merupakan hasil simulasi uji tarik spesimen berdasarkan nilai *Ultimate Load* pada Tabel 1 diatas:



Gambar 10. Hasil Simulasi Uji Tarik Spesimen dengan P=172500 N



Gambar 11. Hasil Simulasi Uji Tarik Spesimen dengan P = 167500 N

Tabel 6. Data Hasil Simulasi Uji Tarik Plat 8 mm dan 12 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	12 dan 8	172500	411
2	12 dan 8	172500	411
3	12 dan 8	167500	399
		170833,3 (rata-rata)	407

Tabel 7. Perbandingan Uji Eksperimental dan Uji Simulasi

No	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (UTS)	
		Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )	Simulasi (N/mm <sup>2</sup> )
1	172500	410,7	411
2	172500	410,7	411
3	167500	389,1	399
4	170833,3 (rata-rata)	403,5 (rata-rata)	407

Tabel 8. Data Hasil Simulasi Uji Tarik Plat 10 mm dan 12 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	10 dan 12	222500	482
2	10 dan 12	217500	471
3	10 dan 12	220000	476 - 477
		220000 (rata-rata)	476

Tabel 9. Perbandingan Uji Eksperimental dan Uji Simulasi

No	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (UTS)	
		Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )	Simulasi (N/mm <sup>2</sup> )
1	222500	481,6	482
2	217500	470,7	471
3	220000	476	476 - 477
4	220000 (rata-rata)	476,1 (rata-rata)	476

Tabel 10. Data Hasil Simulasi Pengujian Tarik Plat 12 mm dan 12 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	12 dan 12	245000	486
2	12 dan 12	245000	486
3	12 dan 12	230000	457
		240000 (rata-rata)	476

Tabel 11. Perbandingan Uji Eksperimental dan Uji Simulasi Numerik

No	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (UTS)	
		Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )	Simulasi (N/mm <sup>2</sup> )
1	245000	486	486
2	245000	486	486
3	230000	456,3	457
4	240000 (rata-rata)	476,1 (rata-rata)	476

Tabel 12. Data Hasil Simulasi Pengujian Tarik Plat 12 mm dan 14 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	12 dan 14	267500	490
2	12 dan 14	267500	490
3	12 dan 14	250000	458
		261666,6 (rata-rata)	479 - 480

Tabel 13. Perbandingan Uji Eksperimental dan Uji Simulasi Numerik

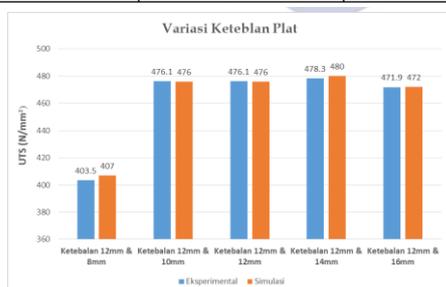
No	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (UTS)	
		Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )	Simulasi (N/mm <sup>2</sup> )
1	267500	489	490
2	267500	489	490
3	250000	457	458
4	261666,6 (rata-rata)	478,3 (rata-rata)	479 - 480

Tabel 14. Data Hasil Simulasi Pengujian Tarik Plat 12 mm dan 16 mm

No	Tebal Plat (Plate Thickness) mm	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	12 dan 16	277500	472
2	12 dan 16	277500	472
3	12 dan 16	277500	472
		277500 (rata-rata)	472

Tabel 15. Perbandingan Uji Eksperimental dan Uji Simulasi Numerik

No	Ultimate Load (N)	Ultimate Stress (UTS)	
		Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )	Simulasi (N/mm <sup>2</sup> )
1	277500	471,9	472
2	277500	471,9	472
3	277500	471,9	472
4	277500 (rata-rata)	471,9 (rata-rata)	472



Gambar 12. Grafik Perhitungan Nilai Kekuatan Tarik Hasil Pengujian Secara Ekperimental dan Simulasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan Pengujian Tarik

#### • Pembahasan Pengujian Tarik secara Eksperimental

Dari data hasil pengujian tarik diatas menunjukkan bahwa ketebalan plat pengganti pada sambungan las *mild steel SS 400* berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dimana ketebalan plat akan mempengaruhi kecepatan

rambanan panas yang terjadi. Hal ini akan berpengaruh pada pembentukan fasa akhir berupa struktur ferit kasar dan ferit halus, sehingga akan menentukan kekuatan sambungan las.

Dari data pengujian kekuatan tarik dengan variasi ketebalan yang telah dilakukan seperti yang terdapat dalam Tabel 4.2., 4.4., 4.6., 4.8., dan 4.10., maka dapat disimpulkan besar kekuatan tarik dari masing-masing spesimen yang berbeda ketebalan plat adalah sebagai berikut :

- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 8 mm dan 12 mm yang telah dilakukan pengujian tarik secara eksperimental memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata paling kecil yaitu spesimen 1 sebesar 410,7 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 2 sebesar 410,7 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 3 sebesar 389,1 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 403,5 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 10 mm dan 12 mm yang telah dilakukan pengujian tarik secara eksperimental memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata yang sama dengan material ketebalan plat antara 12 mm dan 12 mm yaitu spesimen 4 sebesar 481,6 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 5 sebesar 470,7 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 6 sebesar 476,1 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 476,1 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 12 mm dan 12 mm yang telah dilakukan pengujian tarik secara eksperimental memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata paling besar kedua setelah material ketebalan plat antara 12 mm dan 14 mm yaitu spesimen 7 sebesar 486 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 8 sebesar 486 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 9 sebesar 456,3 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 476,1 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 12 mm dan 14 mm yang telah dilakukan pengujian tarik secara eksperimental memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata paling besar yaitu spesimen 10 sebesar 489 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 11 sebesar 489 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 12 sebesar 457 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 478,3 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 12 mm dan 16 mm yang telah dilakukan pengujian tarik secara eksperimental memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata paling besar ketiga setelah material ketebalan plat antara 12 mm dan 12 mm yaitu spesimen 13 sebesar 471,9 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 14 sebesar 471,9 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 15 sebesar 471,9 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 471,9 N/mm<sup>2</sup>.

#### • Pembahasan Pengujian Tarik Simulasi *Solidwork*

Data hasil pengujian kekuatan tarik berbasis *software* simulasi *solidwork* secara numerik memiliki nilai kekuatan tarik yang sama dengan nilai kekuatan tarik yang dilakukan secara eksperimental yaitu sebagai berikut:

- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 8 mm dan 12 mm yang telah dilakukan pengujian tarik menggunakan simulasi memiliki nilai kekuatan tarik yaitu spesimen 1 sebesar 411 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 2 sebesar 411 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 3 sebesar 399 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 407 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 10 mm dan 12 mm yang telah dilakukan pengujian tarik menggunakan simulasi memiliki nilai kekuatan tarik yaitu spesimen 4 sebesar 482 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 5 sebesar 471 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 3 sebesar 476-477 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 476 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 12 mm dan 12 mm yang telah dilakukan pengujian tarik menggunakan simulasi memiliki nilai kekuatan tarik yaitu spesimen 7 sebesar 486 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 8 sebesar 486 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 9 sebesar 457 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 476 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 12 mm dan 14 mm yang telah dilakukan pengujian tarik menggunakan simulasi memiliki nilai kekuatan tarik yaitu spesimen 10 sebesar 490 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 11 sebesar 490 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 12 sebesar 458 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 479-480 N/mm<sup>2</sup>.
- Material dengan sambungan ketebalan plat antara 12 mm dan 16 mm yang telah dilakukan pengujian tarik menggunakan simulasi memiliki nilai kekuatan tarik yaitu spesimen 13 sebesar 472 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 14 sebesar 472 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 15 sebesar 472 N/mm<sup>2</sup> dengan rata-rata 472 N/mm<sup>2</sup>.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan secara eksperimental dan menggunakan simulasi *solidwork* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Spesimen ketebalan 8 mm dan 12 mm memiliki nilai kekuatan tarik terendah dengan rata-rata 403,5 N/mm<sup>2</sup>, Sedangkan ketebalan 12 mm dan 14 mm memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dengan rata-rata 478,3 N/mm<sup>2</sup>. Dari data hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa ketebalan plat pengganti pada sambungan las *mild steel* SS 400 berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dimana ketebalan plat akan mempengaruhi kecepatan rambatan panas yang terjadi. Hal ini akan berpengaruh pada pembentukan fasa akhir berupa struktur ferit kasar dan ferit halus, sehingga akan menentukan kekuatan sambungan las.
- Hasil kekuatan tarik berbasis *software* simulasi *solidwork* secara numerik memiliki nilai kekuatan tarik yang sama dengan nilai kekuatan tarik yang dilakukan secara eksperimental.

## Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka penulis memberikan saran agar penelitian selanjutnya menjadi lebih baik lagi yaitu sebagai berikut :

- Menganalisa lebih lanjut daerah perpatahan spesimen uji tarik dengan variasi ketebalan plat.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai mikrostruktur daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan mikrostruktur daerah kampuh las (*weldpool*) dengan variasi ketebalan plat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alip, M. 1989. Teori dan Praktik Las. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arifin, S. 1997. Las Listrik dan Otogen. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- ASTM A370 03a. 2003. *Standard Test Methods and Definition for mechanical testing of steel product.*
- Bintoro, G.A. Dasar-Dasar Pekerjaan Las Jilid 1. Yogyakarta: Kanisus.
- Dassault Systemes Solidworks Corporation. (2010). *An Introduction to Stress Analysis Applications with SolidWorks Simulation , Student Guide.*
- Wirjosumarto, H. 2004. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Wirjosumarto, Harsono Dan Okumura, T. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Cetakan Ke VIII. Jakarta: Pradnya Paramita.