

STUDI PENGARUH VARIASI KAMPUH PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN CACAT PENGELASAN PADA BAJA ST 42

Achmad Fatoni¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan
Giri, Bojonegoro

Email: achmadfatoni11099@gmail.com

ABSTACT

Welding process ST 42 steel in construction is expected to provide good results in tensile strength and does not occur / arise in the welding results. The tensile strength of ST 42 steel will decrease due to the influence of welding heat and the addition of the material composition of the fused electrode as well as welding defects that arise due to several errors in the welding process. The parameters in electric arc welding such as electric current, voltage, polarity, electrode diameter, shielding gas composition, and heat flow rate have a major influence on the performance of the weld success. This study aims at the effect of variations in the SMAW welding seam on the tensile strength and welding defects of ST 42 steel. This type of research is an experiment with a tensile strength test and a welding defect test on the welding results. The results of the tensile test using a tensile tester show the results of testing the SMAW welding specimen on steel. ST 42 with the shape of seam V angle 600 has tensile stress (σ) 455.33 N / mm², strain (ϵ) 48.82%, and elastic modulus (E) 9.12 N / mm². SMAW welding on ST 42 steel with an X angle seam 600 has a tensile stress (σ) 431.56 N / mm², strain (ϵ) 49.65%, and an elastic modulus (E) 8.69 N / mm². SMAW welding on ST 42 steel with a 450 K angle seam shape has a tensile stress (σ) 421.97 N / mm², strain (ϵ) 47.86%, and an elastic modulus (E) 8.82 N / mm². NDT Dye penetrant test results show the SMAW welding of ST 42 steel with variations of 600 V angle seam, 600 X angle seam, 450 K angle seam are all accepted with welding defects that occur are porosity and undercut.

Keywords: ST 42 steel, welding defect, seam, tensile strength, SMAW.

ABSTRAK

Proses pengelasan baja ST 42 dalam konstruksi diharapkan dapat memberikan hasil yang baik dalam kekuatan tarik dan tidak terjadi / timbul cacat pada hasil pengelasan. Kekuatan tarik baja ST 42 akan turun karena pengaruh panas pengelasan dan penambahan komposisi bahan dari leburan elektroda serta cacat pengelasan yang timbul karena beberapa kesalahan dalam proses pengelasan. Parameter pada pengelasan busur listrik seperti kuat arus listrik, tegangan, polaritas, diameter elektroda, komposisi gas pelindung, dan laju aliran panas mempunyai pengaruh yang besar pada performa keberhasilan lasan. Penelitian ini bertujuan pengaruh variasi kampuh pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik dan cacat pengelasan pada baja ST 42. Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan uji kekuatan tarik dan uji cacat pengelasan pada hasil pengelasan. Hasil uji tarik menggunakan

tensile tester menunjukkan hasil pengujian specimen pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh V sudut 60° memiliki tegangan tarik (σ) 455.33 N/mm², regangan (ϵ) 48.82 %, dan modulus elastis (E) 9.12 N/mm². Pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh X sudut 60° memiliki tegangan tarik (σ) 431.56 N/mm², regangan (ϵ) 49.65 %, dan modulus elastis (E) 8.69 N/mm². Pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh K sudut 45° memiliki tegangan tarik (σ) 421.97 N/mm², regangan (ϵ) 47.86 %, dan modulus elastis (E) 8.82 N/mm². Hasil Uji NDT Dye penetrant menunjukkan pengelasan SMAW baja ST 42 dengan variasi kampuh V sudut 60°, kampuh X sudut 60°, kampuh K sudut 45° semua accepted dengan cacat pengelasan yang terjadi adalah porosity dan undercut.

Kata kunci: Baja ST 42, Cacat las, Kampuh, Kekuatan Tarik, SMAW

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan pembangunan sarana prasarana infrastruktur di kabupaten Bojonegoro penggunaan baja ST 42 kini telah menjadi material yang banyak digunakan dalam perancangan konstruksi. Baja ST 42 adalah baja yang mempunyai kekuatan tarik 41 - 49 kg/mm² dengan komposisi kandungan karbon (C) 0,25 %, mangan (Mn) 0,80 %, silikon (Si) 0,30 % dan sisanya besi (Fe) memiliki kekuatan tarik baik, sifat mampu las (*weldability*), mampu pemesinan (*machining*). Proses yang sering digunakan dalam proses pengerjaan baja ST 42 untuk pekerjaan konstruksi adalah pengelasan.

Proses pengelasan baja ST 42 dalam konstruksi diharapkan dapat memberikan hasil yang baik dalam kekuatan tarik dan tidak terjadi / timbul cacat pada hasil pengelasan. Kekuatan tarik baja ST 42 akan turun karena pengaruh panas pengelasan dan penambahan komposisi bahan dari leburan elektroda serta cacat pengelasan yang timbul karena beberapa kesalahan dalam proses pengelasan. Parameter pada pengelasan busur listrik seperti kuat arus listrik, tegangan, polaritas, diameter elektroda, komposisi gas pelindung, dan laju aliran panas mempunyai pengaruh yang besar pada performa keberhasilan lasan (Costanza G, Sili A, dan Tata ME, 2016: 2:3508-14:206).

Kampuh dalam pengelasan dibuat dengan tujuan untuk penembusan dalam pengelasan. Bentuk kampuh dan sudut kampuh pengelasan sangat mempengaruhi hasil pengelasan terutama pada sifat mekanis material hasil pengelasan (kekuatan tarik, kekerasan, ketangguhan, kekuatan). Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan arus 70A, 90A dan 110A dengan sudut kampuh 50°, 70° dan 90°, diperoleh Kuat arus tengah 90A dengan sudut kampuh 70° yang memiliki kekuatan tarik maksimum yaitu 495.84 MPa dan nilai kekerasan tertinggi pada kuat arus 110A dipadukan sudut 90° nilainya 234.5HV, Makin besar arus maka nilai kekuatan mekanikalnya semakin besar (Miftahul Huda dan Ferry Setiawan, 2016). Dari uraian diatas penulis melakukan penelitian tentang “Studi Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan Cacat Pengelasan Pada Baja St 42”.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian berdasarkan uraian latar belakang adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh kampuh V sudut 60°, kampuh X sudut 60° dan kampuh K sudut 45° pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik pada baja ST 42?
2. Bagaimana pengaruh kampuh V sudut 60°, kampuh X sudut 60° dan kampuh K sudut 45° pengelasan SMAW terhadap cacat pengelasan pada baja ST 42?

Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh kampuh V sudut 60°, kampuh X sudut 60° dan kampuh K sudut 45° pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik pada baja ST 42.
2. Mengetahui pengaruh kampuh V sudut 60°, kampuh X sudut 60° dan kampuh K sudut 45° pengelasan SMAW terhadap cacat pengelasan pada baja ST 42.

Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu informasi dalam perencanaan/ langkah upaya untuk proses pengelasan dengan hasil yang baik dalam hal kekuatan tarik dan cacat yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian *experiment* sedangkan Desain Metodologi pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1) Study Literatur

Studi literatur meliputi karakter baja ST 42, pengelasan SMAW, pengaruh variasi kampuh, kekuatan tarik, cacat pengelasan, uji kekuatan tarik dan cacat pengelasan yang diperoleh dari buku referensi dan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

2) Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian ini meliputi beberapa kegiatan antara lain sebagai berikut :

a. Persiapan bahan, meliputi proses pemotongan bahan dan pembuatan kampuh menggunakan *gas cutting machine* dengan ketentuan pemotongan sesuai dengan *welding procedure specification* (WPS). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja perkakas ST 42 dengan spesifikasi dimensi panjang 300, lebar 100, tebal 10 mm yang diasumsikan memiliki sifat homogen berdasarkan sifat mekanis dan mikrostrukturnya.
2. Baja ST 42 dengan bentuk kampuh V dengan sudut 60^0 kampuh X dengan sudut 60^0 dan kampuh K dengan sudut 45^0

b. Persiapan peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Mesin las/ inverter SMAW
2. *Gas cutting machine*
3. *Welding gauge*
4. Penjepit benda kerja
5. Meja las
6. Lak warna
7. *Stell marker*
8. *Otomatic sawing machine*
9. Gerinda Potong
10. Sikat Baja
11. Kertas Gosok

c. Persiapan mesin las SMAW, meliputi pengaturan polaritas, persiapan elektroda 7018 diameter 3.2 mm dan perlengkapan mesin las lainnya.

d. Persiapan pengelasan, persiapan peralatan keselamatan dan kesehatan, *setting* posisi pengelasan kerja dan WPS.

e. Persiapan alat uji tarik, meliputi persiapan alat uji tarik/ *tensile tester* dan pembuatan specimen sesuai dengan ketentuan Standart ASTM E8.

f. Persiapan uji cacat pengelasan, meliputi persiapan NDT *Dye Penetrant*

g. Persiapan instrument analisis data, meliputi pengumpulan data spesifikasi baja ST 42, kekuatan tarik maksimum, dan cacat pengelasan.

3) Pembuatan Spesimen Uji

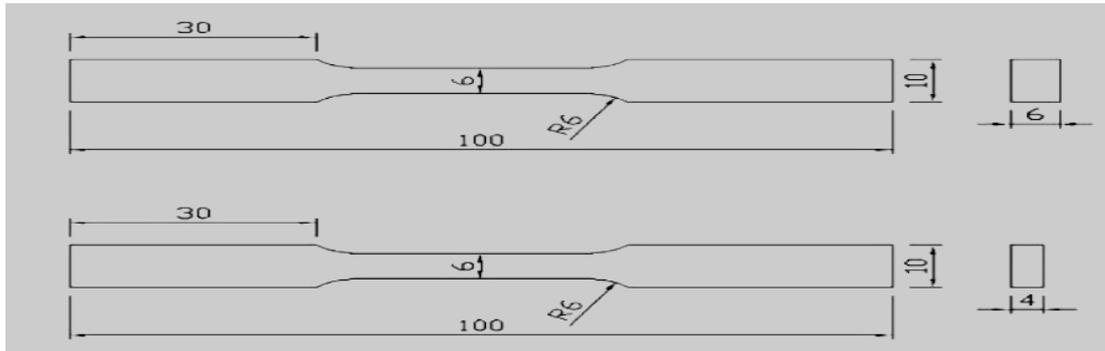
Pembuatan spesimen uji dalam penelitian ini di deskripsikan sebagai berikut

a. Spesimen dengan pengelasan SMAW posisi 1G, bentuk kampuh V dengan sudut 60^0 , menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dengan arus sebesar 85 *Ampere*.

b. Spesimen dengan pengelasan SMAW posisi 1G, bentuk kampuh X dengan sudut 60^0 , menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dengan arus sebesar 85 *Ampere*.

c. Spesimen dengan pengelasan SMAW posisi 1G, bentuk kampuh K dengan sudut 45^0 , menggunakan elektroda E7018 diameter 3.2 mm dengan arus sebesar 85 *Ampere*.

- d. Spesimen uji dalam penelitian ini dibuat sesuai spesifikasi alat uji tarik tensile tester dengan mengikuti standart ASTM E8



Gambar 3.1 Spesimen Uji ASTM E8

4) Uji tarik dan cacat pengelasan

a. Uji Tarik

tensile tester adalah alat yang digunakan untuk menguji tarik dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan maksimum tegangan dan regangan material. Uji Tarik mengacu pada hasil yang keluar dari pengujian suatu material dengan cara menariknya hingga pada titik dimana material tersebut mengalami tegangan dan regangan maksimum hingga patah atau putus. Uji Tarik dilakukan pada spesimen pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan kampuh V sudut 60° , kampuh X sudut 60° , kampuh K sudut 45° menggunakan arus 85 *Ampere* dimana setiap spesimen dibuat dan disesuaikan sesuai standar ASTM E8.

b. NDT (*Non-Destructive Test*) metode *dye penetrant*

Dye penetrant merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan. Uji NDT *Dye penetrant* ini dapat digunakan untuk mengetahui *discontinuity* halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran..

Liquid penetrant dengan warna tertentu (merah) meresap masuk kedalam *discontinuity*, kemudian *liquid penetrant* tersebut dikeluarkan dari dalam *discontinuity* dengan menggunakan cairan pengembang (*developer*) yang warnanya kontras dengan *liquid penetrant* (putih). Terdeteksinya diskontinuitas adalah dengan timbulnya bercak-bercak merah (*liquid penetrant*) yang keluar dari dalam *discontinuity*.

5) Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan data hasil uji tarik dan *liquid penetrant test* yang dianalisis/ dibandingkan sesuai spesifikasi baja ST 42 untuk mengetahui pengaruh variasi kampuh pengelasan terhadap kekuatan tarik dan cacat pengelasan. Data dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel hasil pengujian, gambar, dan grafik untuk mempermudah dalam melakukan analisis data dan disesuaikan dengan kajian pustaka yang telah dikaji untuk dapat menyimpulkan hasil penelitian ini serta memberikan saran dalam penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Uji Tarik

Spesimen uji untuk uji tarik dengan pengujian menggunakan *tensile tester* dibuat mengikuti ukuran standard mesin uji tarik ASTM E8. spesiemen uji dalam penelitaian ini dibuat dari hasil pengelasan SMAW pada ST 42 dengan 85 A kampuh V sudut 60° , kampuh X sudut 60° dan kampuh K sudut 45° yang masing – masing dibuat sebanyak 3 buah sebagai specimen uji untuk memastikan ketepatan hasil pengujian.

Uji tarik dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik baja ST 42 yang dilakukan dengan cara memberikan beban gaya berlawanan arah menggunakan tensile tester. Dengan melakukan Uji tarik hasil pengelasan SMAW baja ST 42 maka kita dapat mengetahui ketangguhan material terhadap tarikan. Ketangguhan yang dimaksudkan adalah ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan yaitu dengan mengetahui Modulus elastisitas (E) yang dapat diketahui dari pengukuran tegangan tarik (σ) maksimal dan regangan (ϵ). Hasil uji tarik spesimen uji pengelasan SMAW baja ST 42 dengan variasi bentuk kampuh V sudut 60^0 , kampuh X sudut 60^0 dan kampuh K sudut 45^0 masing - masing ditunjukkan dalam tabel 4.1. berikut ini.

Tabel 4.1. Data Hasil Uji Tarik

Variasi	Spesimen No.	σ Max (N/mm ²)	ϵ (%)	E (N/mm ²)
Pengelasan dengan kampuh V sudut 60^0	1	444.22	49.21	9.03
	2	441.16	48.81	9.04
	3	450.62	48.43	9.30
	Rata- Rata	445.33	48.82	9.12
Pengelasan dengan kampuh X sudut 60^0	1	430.33	49.73	8.65
	2	438.90	51.14	8.58
	3	425.45	48.09	8.85
	Rata-Rata	431.56	49.65	8.69
Pengelasan dengan dan kampuh K sudut 45^0	1	424.48	47.87	8.87
	2	421.04	47.52	8.86
	3	420.38	48.18	8.73
	Rata- rata	421.97	47.86	8.82

Berdasarkan tabel 4.1 hubungan variasi kampuh diatas menunjukkan bahwa pengujian tarik dimana kampuh V sudut 60^0 memiliki kekuatan tarik paling besar dibandingkan kampuh X sudut 60^0 dan kampuh K sudut 45^0 .

b. Hasil Uji NDT Dye Penetrant

Spesimen uji NDT *Dye penetrant* terdiri dari spesimen hasil pengelasan SMAW pada ST 42 dengan menggunakan 85 Ampere, kampuh V sudut 60^0 , kampuh X sudut 60^0 dan kampuh K sudut 45^0 . Ketentuan spesimen uji adalah 5 mm dari las titik (*tack weld*) dianggap cacat. Masing – masing specimen dibuat sebanyak 1 buah specimen untuk di uji secara visual dalam menentukan *discontinuity* (indikasi panjang, diameter, letak *discontinuity* dari titik acuan).

1. Hasil Uji NDT Dye Penetrant pengelasan dengan kampuh V sudut 60^0

Tabel 4.2. Indikasi *discontinuity* spesimen uji 1 (pengelasan dengan kampuh V sudut 60^0)

No	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Indikasi	Keterangan
1	3	39	Porosity	Accepted
2	2	70	Porosity	Accepted
3	5	133	Porosity	Accepted
4	3	12	Undercut	Accepted

2. Hasil Uji NDT Dye Penetrant pengelasan dengan kampuh X sudut 60^0

Tabel 4.3. Indikasi *discontinuity* spesimen uji 2 (pengelasan dengan kampuh X sudut 60^0)

No	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Indikasi	Keterangan
1	2	68	Porosity	Accepted
2	5	164	Porosity	Accepted

3	5	106	Porosity	Accepted
---	---	-----	----------	----------

3. Hasil Uji NDT *Dye Penetrant* pengelasan dengan kampuh K sudut 45⁰

Tabel 4.4. Indikasi *discontinuity* spesimen uji 3 (Pengelasan dengan kampuh K sudut 45⁰)

No	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Indikasi	Keterangan
1	3	182	Porosity	Accepted
2	5	189	Porosity	Accepted
3	2	37	Undercut	Accepted

Berdasarkan hasil uji NDT *Dye penetrant* pada specimen pengelasan dengan kampuh V sudut 60⁰, kampuh X sudut 60⁰, dan kampuh K sudut 45⁰ terjadi perbedaan cacat las dari setiap kampuh. Cacat las yang banyak terjadi adalah porosity, itu terjadi karena pada proses pengelasan pencairan elektroda kurang merata dikarenakan sudut atau ruang lebur yang sempit dan juga dikarenakan proses pendinginan terdapat rongga-rongga gas yang kecil terperangkap. Cacat ini banyak timbul karena kesalahan prosedur pengelasan.

Nilai rata – rata nilai regangan (ϵ) yang dihasilkan dari pengujian spesimen didapatkan nilai rata-rata regangan (ϵ) yang tertinggi adalah pada specimen pengelasan dengan kampuh X sudut 60⁰ yaitu 49.65 % dari nilai rata – rata regangan (ϵ) terendah baja ST 42 adalah pada specimen pengelasan dengan kampuh K sudut 45⁰ dengan nilai rata -rata 47.86 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

a. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan tujuan penelitian sesuai hasil pengolahan data dan analisa data beserta interpretasi yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya antara lain.

1. Hasil uji tarik menggunakan tensile tester menunjukkan hasil pengujian specimen pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh V sudut 60⁰ memiliki tegangan tarik (σ) 455.33 N/mm², regangan (ϵ) 48.82 %, dan modulus elastis (E) 9.12 N/mm². Pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh X sudut 60⁰ memiliki tegangan tarik (σ) 431.56 N/mm², regangan (ϵ) 49.65 %, dan modulus elastis (E) 8.69 N/mm². Pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh K sudut 45⁰ memiliki tegangan tarik (σ) 421.97 N/mm², regangan (ϵ) 47.86 %, dan modulus elastis (E) 8.82 N/mm².
2. Hasil Uji NDT *Dye penetrant* uji menunjukkan bahwa hasil pengujian specimen pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh V sudut 60⁰ *accepted*. Pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh X sudut 60⁰ *accepted*. Pengelasan SMAW pada baja ST 42 dengan bentuk kampuh K sudut 45⁰ *accepted*.

b. SARAN

Beberapa saran yang dapat peneliti berikan terkait penelitian yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut.

1. Sebelum melakukan pengujian tarik dengan *tensile tester* sebaiknya dilakukan *non destructive test* (NDT). Lakukan pengujian radiografi untuk memastikan ada atau tidaknya cacat pengelasan, hal ini berguna untuk mengambil sampel uji tarik pada area yang bebas dari cacat las sehingga hasil pengujian tarik akurat.
2. Pastikan sertifikat kalibrasi dan melakukan verifikasi terhadap instrumen yang akan digunakan dalam melakukan pengujian mekanik seperti uji tarik dan mesin las yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 1996. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Avner, Sidney H., 1987, *Introduction to Physical Metallurgy*, edisi kedua, McGraw-Hill Book Company
- Bintoro, A. G., 2000. *Dasar-dasar Pekerjaan Las*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Costanza G, Sili A, Tata ME. 2016. Weldability of austenitic stainless steel by metal arc welding with different shielding gas. *Procedia Structural Integrity*, 2:3508-14.
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materials*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Djaprie, Sriati, 1996, *Metalurgi Mekanik Jilid 1* Erlangga, Jakarta,
- Harsono, Wiryosumarto (1991). "Teknik pengelasan logam," Pradnya Paramita. Jakarta.
- Harsono, Wiryosumarto.(2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Lee W-S, Cheng J-I, Lin C-F. 2004. Deformation and failure response of 304L stainless steel SMAW joint under dynamic shear loading. *Materials Science and Engineering: A*, 381(1–2):206-15.
- Sack, Raymond J. 1997. *Welding: Principles and Practices*. Mc Graw Hill. USA
- Salmon, Charles, G. 1990. *Struktur Baja*. Edisi ke-3. Jilid I. Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Smith William F, (1993). *Foundations of materials Science and Engineering* : Mc Graw Hill
- Satrio Hadi, Rusiyanto, dan Pramono (2017), Pengaruh variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las TIG pada aluminium 5083, *Jurnal Kompetensi Teknik* 30 Vol. 8, No.2, Mei 2017
- Sonawan, Hery dan Suratman, Rochim. 2003 "pengantar untuk memahami proses pengelasan logam". ALFABETA. Bandung.
- Timings, R, L. 1992. *Engineering Materials*. Volume 2. Penerbit Logman Group UK limited Malaysia.
- (Togik Hidayat dan Teguh Raharja 2019). Kekuatan tarik dalam penelitian ini dapat dianalisis berdasarkan nilai *modulus elastis* dari masing-masing specimen. Semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya, maka dapat disimpulkan semakin kecil regangan elastis yang dihasilkan
- Van Vliet, G.L.J.; Haroen (Alih Bahasa), 1984, *Teknologi untuk Bangunan Mesin : Bahan-Bahan I*, Cetakan Ke-1, PT. Erlangga, Jakarta.
- Wiryosumarto H., Okumura Toshie. 1988. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta. Pradya Paramita
- Ye Y, Cai J, Jiang X, Dai D, Deng D. 2015. Influence of groove type on welding-induced residual stress, deformation and width of sensitization region in a SUS304 steel butt welded joint. *Advances in Engineering Software*, 86:39-48.