



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>

JURMATIS

Jurnal Mahasiswa Teknik Industri Universitas Kadiri



Analisa Pengaruh Sudut Pengelasan Dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Pada Pengelasan Plat (Square Plat) Menggunakan SMAW

Lukman Nuryadi Atmaja^{*1}, Heri Bertus Budi S², Ana Komari³
lukmannuryadi22@gmail.com^{*1}, heribertus@unik-kediri.ac.id², ana@unik-kediri.ac.id³
^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Kadiri

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 20 – Agustus – 2019
Revised : 22 – Agustus – 2019
Accepted : 27 – Agustus – 2019

Kata kunci :
Current And Angle Test
Tensile Test
SMAW

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format :
Santoso, T. B., Solichin, & Trihutomo, P. (2016). Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin*, 23(1).

Abstract

The welding technique of SMAW (Shielding Metal Arc Welding) has been carried out extensively, the problems that occur in every connection of construction materials. This problem is how much strength is the weld joint after experiencing welding. The aim is to determine the results of the tensile welding test which is influenced by the angle and current strength of SMAW welding on the ST 37 material and to obtain the results of the SMAW welding according to the angle and current strength. The parameters measured in this study include controlled variables including current strength and strength angle where the free parameter X_1 = current strength (I) 65, 70, 75, while X_2 = welding angle ($^\circ$) 70⁰ 75⁰ 80⁰. While the response variable is mechanical strength. Anova test for voltage interaction test there is no interaction between the current vector and the angle vector at 5% significance. The lowest F (N) load calculation is 60/70 = 5000, and the highest is 75/80 = 45.000. For the lowest stress (σ_u) 60/70 = 25.0, the highest is 75/80 = 225.00. Calculation of strain / strein (e) lowest 56/75 = 15, highest 65/80 = 18.8. Calculation of the lowest contraction (%) angles 65/80, 70/75 and 75/75 = 2.56. Highs 70/70 and 75/80 = 14.29. The lowest hooke law calculations are 70/70 and 75/75 = 2.6. Highest 75/80 = 14.3.

Abstrak

Teknik pengelasan SMAW (Shielding Metal Arc Welding) telah dilakukan secara luas, Permasalahan yang terjadi pada setiap penyambungan material konstruksi. Permasalahan tersebut yaitu seberapa besar kekuatan sambungan las setelah mengalami pengelasan. Tujuan untuk mengetahui hasil uji tarik pengelasan yang dipengaruhi oleh sudut dan kuat arus pengelasan SMAW pada material ST 37 dan untuk mendapatkan hasil pengelasan SMAW yang sesuai dengan sudut dan kuat arus. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi variabel terkontrol meliputi kuat arus dan sudut kekuatan dimana parameter bebas X_1 = kuat arus (I) 65, 70, 75, Sedangkan X_2 = Sudut Pengelasan ($^\circ$) 70⁰ 75⁰ 80⁰. Sedangkan variabel respon adalah kekuatan mekanik. Uji anova tegangan uji interaksi tidak ada interaksi antara 131 vactor arus dengan 131 vactor sudut pada signifikansi 5%. Perhitungan beban F (N) terendah 60/70 = 5000, dan tertinggi 75/80 = 45.000. Untuk tegangan/stress (σ_u) terendah 60/70 = 25,0,

tertinggi 75/80 = 225,00. Perhitungan regangan/strein (ϵ) terendah 56/75 = 15, tertinggi 65/80 = 18,8. Perhitungan kontraksi (%) terendah sudut 65/80, 70/75 dan 75/75 = 2,56. Tertinggi 70/70 dan 75/80 = 14,29. Perhitungan hukum hooke terendah 70/70 dan 75/75 = 2,6. Tertinggi 75/80 = 14,3.

1. Pendahuluan

Perkembangan bahan baku logam dan teknologi produksi tidak dapat dipisahkan dari pemanfaatan teknologi pengelasan. Pengelasan adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan lubang pada coran (Hamid, 2016b; T. Santoso et al., 2015). Pengelasan sering digunakan untuk perbaikan dan pemeliharaan peralatan industri, baik sebagai proses penambalan retak-retak, penyambungan sementara, maupun pemotongan bagian-bagian logam (Arham, 2016; Mulyadi, 2016). Pada saat ini teknik pengelasan SMAW (Shielding Metal Arc Welding) telah dilakukan secara luas, tetapi masih terdapat permasalahan yang terjadi pada setiap penyambungan material konstruksi (Achmadi, 2018; Sanyoto et al., 2012). Permasalahan tersebut yaitu berapa besar kekuatan sambungan las setelah mengalami pengelasan (AB, 2016; Tarkono et al., 2012). Maka pengelasan dapat dikaitkan dengan manajemen proyek, karena dalam pengelasan tidak dilakukan secara kontinu.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengelasan

Menurut definisi dari Deutche Industrie Normen (DIN) dalam (Ramadani et al., n.d.), pengelasan adalah penyambungan logam dengan ikatan metalurgi atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Berdasarkan definisi tersebut, untuk pengelasan logam diperlukan energi panas yang cukup untuk mencairkan sebagian logam pada sambungan, apabila untuk menyambung memerlukan bahan tambah, maka bahan tambah juga harus mencair agar bersama-sama dengan logam dasar membentuk endapan las. Energi panas yang diperlukan untuk mencairkan sebagian bahan dasar dan bahan tambah dapat diperoleh dari bermacam-macam cara antara lain melalui pembakaran gas, busur listrik, resistansi listrik, gesekan dan lain sebagainya (Sukram & Sutikno, 2019). Energi panas yang diberikan pada pengelasan hanya di satu tempat dan bergerak pada sumbu memanjang sambungan, sehingga logam dasar yang di-las akan menerima pemanasan dan pendinginan yang dapat mempengaruhi sifat-sifat logam (Abrian, 2018). Bagian-bagian logam yang di-las

sifatnya berubah karena terpengaruh oleh daerah yang terpengaruh panas atau Heat Affected Zone(HAZ)(Winarno, 2017).

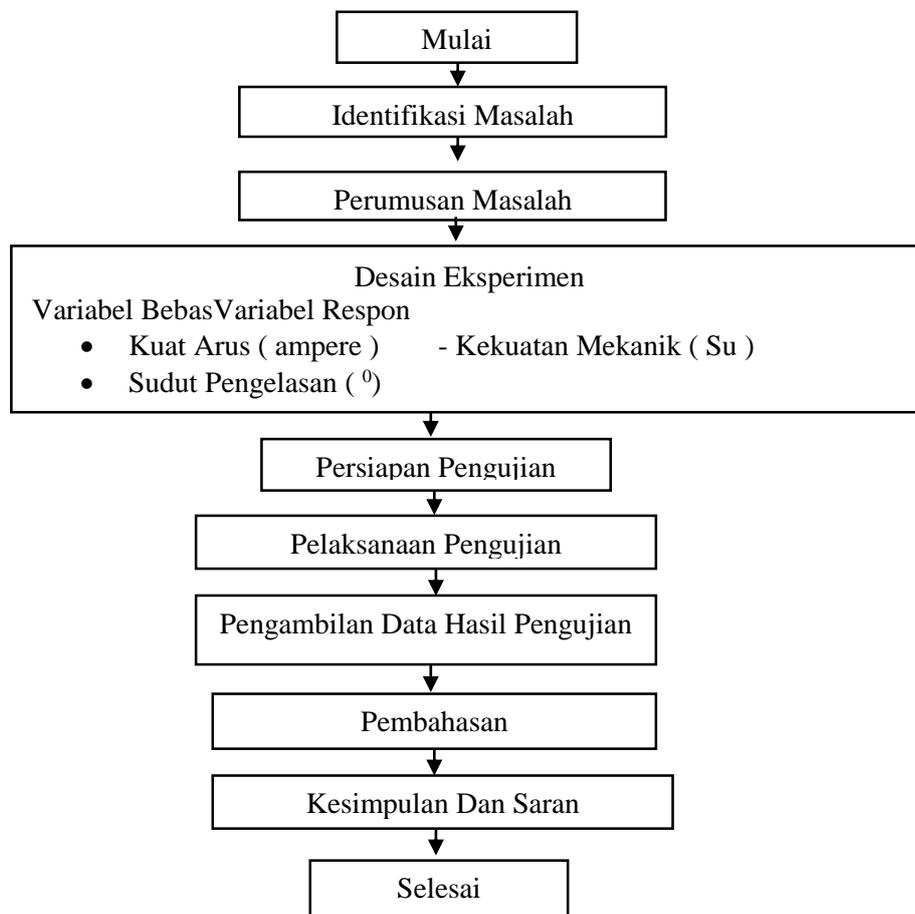
2.2. Pengelasan SMAW

SMAW (Shield Metal Arc Welding) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi)(Nova et al., 2012). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas) (Hamid, 2016a). Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (welder) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lonjakan ion yang menimbulkan panas(Jalil et al., 2017). Menurut (J. Santoso & et al, 2006) mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau Direct Current (DC), mesin las arus bolak balik atau Alternating Current (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC), mesin Las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritaslurus dan polaritasterbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif dan logam induk dihubungkan dengan kutub positif, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif(T. B. Santoso et al., 2016). Pilihan ketika menggunakan DC polaritas negatif atau positif adalah terutama ditentukan elektroda yang digunakan. Beberapa elektroda SMAW didisain untuk digunakan hanya DC-atau DC+. Elektroda lain dapat menggunakan keduanya DC-dan DC+(Bukhori, 2017).

3. Metode Penelitian

3.1. Kerangka Berpikir

Tabel 1. Kerangka Berpikir



4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Pengujian

Didalam melakukan pengujian tarik (eksperimen) dengan menggunakan arus pengelasan dengan variasi arus 65, 70, dan 75 dengan menggunakan variasi sudut pengelasan 70° , 75° dan 80° . Maka hasil data pengujian tarik (eksperimen) seperti yang terlihat pada tabel1 dibawah ini (Budiman, 2016) :

Tabel 2. Tabel Rata-Rata Hasil Pengujian Tarik

No	Arus (amper) Dan Sudut ($^{\circ}$)	Regangan(mm)			Tegangan (KN)			Gaya Max (N)
		1	2	-X	1	2	-X	
1.	65 Dan 70°	4,5	5,5	5	11,9	3,5	7,7	5000
2.	65 Dan 75°	11,5	12,5	12	13	11,2	12,1	10.000
3.	65 Dan 80°	14	5	9,5	10,3	12,2	11,25	15.000
4.	70 Dan 70°	9	7	8	13,2	13,4	13,3	20.000
5.	70 Dan 75°	2	12	7	11	12,9	11,95	25.000
6.	70 Dan 80°	1,5	8	4,75	12,8	8,6	10,7	30.000
7.	75 Dan 70°	18,5	1,5	10	11,8	11,6	11,7	35.000

8.	75 Dan 75 ⁰	1,5	4,5	3	11,5	9,5	10,5	40.000
9.	75 Dan 80 ⁰	1,5	14	7,75	10,7	9,6	10,15	45.000

4.2. Perhitungan Menggunakan Uji Anova

Tegangan

- a. H_0 = Tidak ada interaksi antara 135 vaktor arus dengan sudut terhadap tegangan
- b. H_1 = Ada interaksi antara arus dan sudut
- c. Tingkat signifikan, $\alpha = 5\%$
- d. Statistik Uji P-Value = 0,000
- e. (P-Value diamvil dari 135 vaktor dengan sig yang berasal dari *source* arus*sudut)
- f. Daerah kritis
- g. H_0 ditolak jika P-Value < α
- h. Kesimpulan
- i. Dikarenakan P-Value (0,000) < α (5%) maka H_0 ditolak, H_1 diterima. Jadi, tidak ada interaksi antara 135 vaktor arus dengan 135 vaktor sudut pada signifikansi 5%. Hal tersebut menyatakan bahwa uji efek pengelasan untuk 135 vaktor arus dengan 135 vaktor sudut dilakukan.

4.1.1. Uji Efek 135 vaktor Arus

- a. $H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots \alpha_I$ (tidak ada efek 135 vaktor arus)
 $H_1 =$ minimal ada satu α_1 tidak sama dengan nol (ada 135 vaktor arus)
- b. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$
- c. Statistik Uji P-Value = 0,02
- d. Daerah kritis yaitu H_0 ditolak jika P-Value < α
- e. Kesimpulan yaitu P-Value (0,02) > α (5%) maka H_0 ditolak, H_1 diterima. Jadi, ada efek antara 135 vaktor arus untuk data tersebut pada signifikansi 5%.

4.1.2. Uji Efek 135 vaktor Sudut

- a. $H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots \alpha_I$ (tidak ada efek 135 vaktor sudut)
 $H_1 =$ minimal ada satu α_1 tidak sama dengan nol (ada 135 vaktor sudut)
- b. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$
- c. Statistik Uji P-Value = 0,507
- d. Daerah kritis
 H_0 ditolak jika P-Value < α
- e. Kesimpulan

Dikarenakan P-Value (0,507) > alpha (5%) maka H0 diterima, H1 ditolak. Jadi, tidak ada efek antara 136 vektor sudut untuk data tersebut pada signifikansi 5%.

4.1.2. Analisis

Berdasarkan output diatas, tampak pada Arus 65 ampere, 75 ampere dan 70 ampere memiliki perbedaan hasil pengelasan yang signifikan disemua sudut teknik pengelasan.

Regangan

a. H0 = Tidak ada interaksi antara vektor arus dengan sudut terhadap regangan

H1 = Ada interaksi antara arus dan sudut terhadap regangan

b. Tingkat signifikan, alpha = 5%

c. Statistik Uji P-Value = 0,000

(P-Value diambil dari tabel dengan sig yang berasal dari *source* arus*sudut)

d. Daerah kritis

H0 ditolak jika P-Value < alpha

e. Kesimpulan

Dikarenakan P-Value (0,000) < alpha (5%) maka H0 ditolak, H1 diterima. Jadi, tidak ada interaksi antara vektor arus dengan vektor sudut pada signifikansi 5%. Hal tersebut menyatakan bahwa uji efek pengelasan untuk vektor arus dengan vektor sudut bisa dilakukan.

4.1.3. Uji Efek faktor Arus

a. H0 = alpha 1 = alpha 2 = ... alpha I (tidak ada efek vektor arus)

H1 = minimal ada satu alpha 1 tidak sama dengan nol (ada vektor arus)

b. Tingkat signifikansi alpha = 5%

c. Statistik Uji P-Value = 0,15

d. Daerah kritis

H0 ditolak jika P-Value < alpha

e. Kesimpulan

Dikarenakan P-Value (0,15) > alpha (5%) maka H0 diterima, H1 ditolak. Jadi, tidak ada efek antara vektor arus untuk data tersebut pada signifikansi 5%.

Karena vektor arus memiliki 2 vektor.

4.1.4. Uji Efek faktor Sudut

a. H0 = alpha 1 = alpha 2 = ... alpha I (tidak ada efek vektor sudut)

H1 = minimal ada satu alpha 1 tidak sama dengan nol (ada vektor sudut)

b. Tingkat signifikansi alpha = 5%

c. Statistik Uji P-Value = 0,195

- d. Daerah kritis H_0 ditolak jika $P\text{-Value} < \alpha$
- e. Kesimpulan Dikarenakan $P\text{-Value} (0,195) > \alpha (5\%)$ maka H_0 diterima, H_1 ditolak. Jadi, tidak ada efek antara vektor arus untuk data tersebut pada signifikansi 5%. Karena vektor arus memiliki 2 vektor

4.1.5. Analisis

Berdasarkan output diatas, tampak pada Arus 65 ampere, 75 ampere dan 70 ampere memiliki perbedaan hasil pengelasan yang signifikan disemua sudut teknik pengelasan, terutama pada teknik pengelasan pada arus 75 ampere dan 70 ampere.

4.3. Hasil Pengolahan Data

Dari hasil pengujian tarik maka didapatkan nilai-nilai sebagai berikut dengan menggunakan perbedaan kuat arus (I) dan sudut ($^{\circ}$) dengan menggunakan bahan plat baja dengan ketebalan 1,5 mm. Dengan menggunakan proses pengelasan menggunakan SMAW (Shield Metal Arc Welding). Maka hasil pengolahan data pengujian tarik seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini (Suwito, 2016):

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data

Kuat Arus (I) Sudut ($^{\circ}$)	Beban F (N)	Tegangan / Stress (σ)	Regangan / Strain (e)	Kontraksi (%)	Hukum Hooke
65/70	5000	25,0	2,5	5,26	5,26
65/75	10.000	50,0	15	11,11	11,1
65/80	15.000	75,00	18,8	2,56	2,6
70/70	20.000	100,00	1,25	14,29	14,3
70/75	25.000	125,00	2,5	2,56	2,6
70/80	30.000	150,00	6,25	8,11	8,1
75/70	35.000	175,00	125	2,56	2,6
75/75	40.000	200,00	7,5	2,56	2,6
75/80	45.000	225,00	17,5	14,29	14,3

5. Kesimpulan dan Saran

1. Berdasarkan rumusan masalah dan analisis yang sudah dilakukan, maka di ambil kesimpulan sebagai berikut: Uji anova Tegangan dan Regangan Tegangan Uji Interaksi Dikarenakan P-Value $(0,000) < \alpha (5\%)$ maka H_0 ditolak, H_1 diterima. Jadi, tidak ada interaksi antara 138 vactor arus dengan 138 vactor sudut pada signifikan 5%. Hal tersebut menyatakan bahwa uji efek pengelasan untuk 138 vactor arus dengan 138 vactor sudut 138 akan dilakukan. Uji efek 1 vaktor arus Dikarenakan P-Value $(0,02) > \alpha (5\%)$ maka H_0 ditolak, H_1 diterima. Jadi, ada efek antara 138 vactor arus untuk data tersebut pada signifikansi 5%. Uji efek 2 vaktor sudut Dikarenakan P-Value $(0,507) > \alpha (5\%)$ maka H_0 diterima, H_1 ditolak. Jadi, tidak ada efek antara 138 vactor sudut untuk data tersebut pada signifikansi 5%. Regangan uji interaksi Dikarenakan P-Value $(0,000) < \alpha (5\%)$ maka H_0 ditolak, H_1 diterima. Jadi, tidak ada interaksi antara vaktor arus dengan vaktor sudut pada signifikansi 5%. Hal tersebut menyatakan bahwa uji efek pengelasan untuk vaktor arus dengan vaktor sudut bisa dilakukan. Uji efek vaktor arus Dikarenakan P-Value $(0,15) > \alpha (5\%)$ maka H_0 diterima, H_1 ditolak. Jadi, tidak ada efek antara vaktor arus untuk data tersebut pada signifikansi 5%. Karena vaktor arus memiliki 2 vaktor. Uji efek Vaktor sudut Dikarenakan P-Value $(0,195) > \alpha (5\%)$ maka H_0 diterima, H_1 ditolak. Jadi, tidak ada efek antara vaktor arus untuk data tersebut pada signifikansi 5%. Karena vaktor arus memiliki 2 vaktor. Dari hasil pengujian tarik maka didapatkan nilai-nilai sebagai berikut dengan menggunakan perbedaan kuat arus (I) dan sudut ($^{\circ}$) dengan menggunakan bahan plat baja dengan ketebalan 1,5 mm. Dengan menggunakan proses pengelasan menggunakan SMAW (Shield Metal Arc Welding). Maka hasil pengolahan data pengujian tarik. Dengan perhitungan beban F tertinggi (N) pada Kuat arus 75 dan sudut pengelasan 80 dengan nilai 54.000. Dan nilai terendah pada kuat arus 65 dan sudut pengelasan 70 dengan nilai 5000. Dengan perhitungan Tegangan / Stress (σ) tertinggi pada Kuat arus 75 dan sudut pengelasan 80 dengan nilai 225,00. Dan nilai terendah pada kuat arus 65 dan sudut pengelasan 70 dengan nilai 25,0. Dengan perhitungan Regangan / Strain (e) tertinggi pada kuat arus 65 dan sudut pengelasan 80 dengan nilai 18,8. Dan nilai terendah pada kuat arus 65 dan sudut pengelasan 70 dengan nilai 2,5. Dengan perhitungan Kontraksi (%) tertinggi pada kuat arus 70 dan sudut pengelasan 70, tertinggi pada kuat arus 75 dan sudut pengelasan 80 dengan nilai 14,29. Dan nilai terendah pada kuat arus 65 dan sudut pengelasan 80, nilai terendah pada kuat arus

70 dan sudut pengelasan 75, nilai terendah pada kuat arus 75 dan sudut pengelasan 70, nilai terendah pada kuat arus 75 dan sudut pengelasan 75 dengan nilai 2,56. Dengan perhitungan Hukum Hooke tertinggi pada kuat arus 70 dan sudut pengelasan 70, tertinggi pada kuat arus 75 dan sudut pengelasan 80 dengan nilai 14,3. Dan nilai terendah pada kuat arus 65 dan sudut pengelasan 80, nilai terendah pada kuat arus 70 dan sudut pengelasan 75, nilai terendah pada kuat arus 75 dan sudut pengelasan 70, nilai terendah pada kuat arus 75 dan sudut pengelasan 75 dengan nilai 2,6. Saran dari penulis bagi penelitian selanjutnya adalah Pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan jenis elektroda yang berbeda pada saat proses pengelasan, Gerakan dan ayunan yang berfariasisaat proses pengelasan, Menggunakan bahan baku yang berbeda misalnya tebal plat yang berbeda.

Daftar Pustaka

- AB, B. (2016). *Teknik Pemesinan*. [Http://Smkteknikpemesinan.Blogspot.Com](http://Smkteknikpemesinan.Blogspot.Com).
- Abrian, M. (2018). *ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA PENGELASAN PLAT BAJA KARBON RENDAH DENGAN METODE SMAW*. POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
- Achmadi. (2018). *Pengertian Las Listrik SMAW Shield Metal Arc Welding Adalah / Pengelasan.net*. Pengelasan.Net.
- Arham, Y. (2016). Pengaruh Jenis kampuh V dan X Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Impak pada Pengelasan Baja Karbon. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*.
- Budiman, H. (2016). Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja ST37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. *J-Ensitec*.
- Bukhori, A. (2017). Perbaikan Metode Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) Pada Industri Kecil di Kota Medan. *Buletin Utama Teknik*, 12(1), 14–20.
- Hamid, A. (2016a). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1).
- Hamid, A. (2016b). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan. *Teknologi Elektro*.
- Jalil, S. A., Zulkifli, & Rahayu, T. (2017). Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan. *Jurnal Polimesin*, 15(2), 58–63.
- Mulyadi, M. (2016). Pengaruh Model Speciment Uji Tarik Pada Pengelasan Besi Fc-30 Di Lihat Dari Kekuatan Tarik Pengelasan. *Rekayasa Energi Manufaktur*. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v1i2.658>
- Nova, S., Misbah, & Nurul, M. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut

- Terhadap Laju Korosi Baja A36 Pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), G75–G77.
- Ramadani, R., Pembimbing, D., Pratikno, H., Kelautan, J. T., & Kelautan, F. T. (n.d.). *Bevel Kombinasi Pengelasan Fcaw Dan Smaw Terhadap Kekuatan Impact Butt Joint Pada Spesimen Pipa Api 5L Grade X42 Analysis the Effect of Bevel Angle Variation in Combination of Fcaw and Smaw Concerning To the Impact Strength of Butt Joint on Pipe Specimen* .
- Santoso, J., & et al. (2006). *Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketanggungan las SMAW dengan elektroda E7018*. Universitas Negeri Semarang.
- Santoso, T. B., Solichin, & Trihutomo, P. (2016). Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin*, 23(1).
- Santoso, T., Solichin, S., & Trihutomo, P. (2015). PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E7016. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*.
- Sanyoto, B. L., Husodo, N., Bangun, S., & Mahirul, S. (2012). Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*.
- Sukram, S., & Sutikno, S. (2019). Pengaruh Suhu Dan Waktu Tinggal Terhadap Kecenderungan Menguning Pada Proses Produksi Alumunium Fasad. *JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v2i2.330>
- Suwito, A. J. dan D. (2016). Kajian Pengelasan MIG dan SMAW Dengan Varisi Pendingin (Air, Collent, dan Es) Terhadap Kekuatan Tarik. *JTM*.
- Tarkono, Siahaan, G. P., & Zulhanif. (2012). Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las Yang Berbeda Terhadap Sifat Mekanik Pengelasan SMAW Baja AISI 1045. *Jurnal Mechanical*.
- Winarno, R. (2017). *PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN GESER BAJA ST 40 DENGAN MODEL SAMBUNGAN LAPISAN 1*. University of Muhammadiyah Malang.