

**SKRIPSI**  
**ANALISIS SAMBUNGAN LAS TAK SEJENIS SMAW**  
**TERHADAP BAJA KARBON 4340 DAN ST 36 DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**



**NOVIALITA ISTI**  
**03051381722084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2021**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS SAMBUNGAN LAS TAK SEJENIS SMAW**  
**TERHADAP BAJA KARBON 4340 DAN ST 36 DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

**Diajukan Sebagai Salah**  
**Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas**  
**Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH**  
**NOVIALITA ISTI**  
**03051381722084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS SAMBUNGAN LAS TAK SEJENIS SMAW  
TERHADAP BAJA KARBON 4340 DAN ST 36 DENGAN  
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin  
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

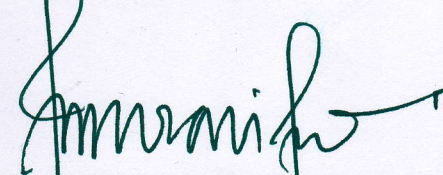
Oleh:  
**NOVIALITA ISTI**  
03051381722084

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, Juli 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing Skripsi



**Amir Arifin S.T., M.Eng. Ph.D.**  
NIP. 197909272003121004

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :**

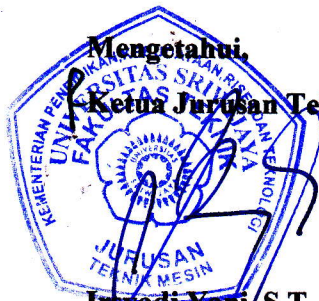
---

**SKRIPSI**

**NAMA : NOVIALITA ISTI  
NIM : 03051381722084  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS SAMBUNGAN LAS TAK SEJENIS  
SMAW TERHADAP BAJA KARBON 4340  
DAN ST 36 DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE TAGUCHI  
DIBUAT TANGGAL : DESEMBER 2020  
SELESAI TANGGAL : JUNI 2021**

**Inderalaya, Juni 2021**

**Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing Skripsi**



**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Iryadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001**

  
**Amir Arifin S.T., M.Eng. Ph.D.  
NIP. 197909272003121004**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “ANALISIS SAMBUNGAN LAS TAK SEJENIS SMAW TERHADAP BAJA KARBON 4340 DAN ST 36 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Juli 2021.

Indralaya, 14 Juli 2021  
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi.

Ketua :

1. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.

NIP 197705072001121001

(.....)

Anggota :

2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.

NIP 198711302019031006

(.....)

3. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D.

NIP 198106302006041001

(.....)

Inderalaya, Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001

(.....)

Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D.  
NIP 197909272003121004

## KATA PENGANTAR

Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi ini yang berjudul **“Analisis sambungan las tak sejenis SMAW terhadap baja karbon 4340 dan ST 36 dengan menggunakan metode taguchi”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan baik isi maupun teknik pembuatannya. Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Kepada orang tua yaitu Bapak Suyatno dan ibu Sobiah yang sudah memberikan dukungan moral serta doa sehingga penulis skripsi ini berjalan dengan lancar.
2. Amir Arifin, S.T. M.Eng. Ph.D selaku pembimbing skripsi penulis sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik penulis dari awal perkuliahan hingga sekarang.
4. Alim Mardhi, S.T., M.Sc. selaku *Researcher at National Nuclear Energy Agency (BATAN)* yang telah membantu dalam proses penelitian.
5. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Andika Akbar Pratama dan M.Kasyffurahman selaku rekan yang telah membantu penulisan serta memberi saran dan masukan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Inderalaya, Juni 2021



Novialita Isti  
Nim.03051381722084

## HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Novialita Isti

Nim : 03051381722084

Judul : Analisis sambungan las tak sejenis SMAW terhadap baja karbon 4340 dan ST 36 dengan menggunakan metode taguchi

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri di dampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Juni 2021



Novialita Isti

Nim. 03051381722084

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Novialita Isti

NIM : 03051381722084

Judul : Analisis sambungan las tak sejenis SMAW terhadap baja karbon 4340 dan ST 36 dengan menggunakan metode taguchi

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, 1 Juni 2021



Novialita Isti

Nim. 03051381722084



## RINGKASAN

### ANALISIS SAMBUNGAN LAS TAK SEJENIS SMAW TERHADAP BAJA KARBON 4340 DAN ST 36 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 26 Juli 2021

Novialita Isti ; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D.

xxix + 51 Halaman, 11 Tabel, 22 Gambar

## RINGKASAN

Perkembangan pembangunan konstruksi logam pada saat ini dapat melibatkan unsur pada pengelasan, terutama di dalam bidang rancang bangun karena itu sambungan las memiliki sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang pesat untuk pengelasma, agar bisa mendapatkan sambungan yang kualitas yang bermutu. Pengelasan yang sering dipakai di dunia konstruksi secara umum ialah pengelasan memakai metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Metode SMAW pada masa ini sering digunakan karena pemakaiannya sangatlah praktis, sangat mudah dalam pengoperasiannya, bisa dipakai dalam segala macam posisi pengelasan. Penyambungan saat mengelas ialah salah satu metode penyambungan sangat luas pemakaiannya saat konstruksi bangunan baja. Dalam metode penyambung yang lain dipakai dalam sambungan logam yaitu baut dan keling. Dari penelitian ini bermaksud untuk melakukan penyambungan baja karbon 4340 dan ST 36. Metode pengelasan yang digunakan adalah SMAW dengan menggunakan metode taguchi, menggunakan hasil analisis *Analysis of Variance* (ANOVA). Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa pengujian untuk menganalisis karakteristik fisik mekanik dan mikrostruktur dari hasil pengelasan seperti pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengujian XRD, dan pengujian metalografi (OM). Hasil penyambungan material tak sejenis antara AISI 4340

dan ST 36 terdapat beberapa cacat las seperti porositas serta distorsi las. Hal ini diakibatkan karena faktor variabel yang ditentukan. Teknik pengelasan juga mempengaruhi hasil dari sambungan. Variabel faktor yang paling pengaruh pada sambungan tak sejenis AISI 4340 dan ST 36 dengan kondisi optimal adalah jenis elektroda kecepatan pengelasan. Seting level faktor untuk elektroda yang terpilih adalah A2 (E309) dengan nilai rata-rata yang diperoleh 333.693 MPa dan nilai SNR 48.801 dB. Seting level faktor untuk kecepatan pengelasan yaitu D2 (4cm/menit) dengan nilai rata-rata 353.430 MPa dan nilai SNR 50.402 dB. Pada daerah HAZ butir yang dihasilkan lumayan jelas, sama halnya dengan logam induk dari keduanya. Pada daerah *weld metal* dengan elektroda E309 banyak terdapat porositas dan sedikit batas butir. Rata-rata nilai tarik terbesar dihasilkan pada eksperimen ke-9 yaitu 433.193 MPa. Dengan jenis elektroda E309, jenis arus 100 A, dan kecepatan las 4 cm/menit.

**Kata Kunci** : *Analysis Of Variance, Signal to Noise Ratio, Uji tarik, dan metode Taguchi.*

## SUMMARY

### ANALYSIS OF SMAW NON-TYPE WELDING JOINTS ON 4340 AND ST 36 CARBON STEEL USING THE TAGUCHI METHOD

Scientific Writing in the form of a thesis, 26 June 2021

Novialita Isti ; Supervised of Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D.

xxix + 51 Pages, 11 Tables, 22 Images

## SUMMARY

The development of metal construction at this time can involve elements in welding, especially in the field of design, because welded joints have connections that technically require fast skills for the welder, to get a quality connection. Welding that is often used in the construction world, in general, is welding using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding method. The SMAW method at this time is often used because its use is very practical, very easy to operate, can be used in all kinds of welding positions. Joining when welding is one of the most widely used splicing methods during the construction of steel buildings. In another connection, the method is used in metal joints, namely bolts and rivets. This research intends to join 4340 and ST 36 carbon plates of steel. The welding method used is SMAW using the Taguchi method, using the results of the Analysis of Variance (ANOVA) analysis. In this study, the authors used several tests to analyze the physical-mechanical and microstructural characteristics of the welding results such as tensile testing, hardness testing, XRD testing, and metallographic (OM) testing. The results of the connection of dissimilar materials between AISI 4340 and ST 36 showed some welding defects such as porosity and weld distortion. This is due to the specified variable factor. The welding technique also affects the result of the joint. The most influential factor variable on AISI 4340 and ST 36

dissimilar joints with optimal conditions is the type of welding speed electrode. The setting factor level for the selected electrode is A2 (E309) with an average value of 333,693 MPa and an SNR value of 48,801 dB. The setting factor level for welding speed is D2 (4cm/min) with an average value of 353,430 MPa and an SNR value of 50,402 dB. In the HAZ region, the grains produced are quite clear, as is the case with the parent metal of the two. In the weld metal area with the E309 electrode, there is a lot of porosity and few grain boundaries. The highest average tensile value was obtained in the 9th experiment, which was 433.193 MPa. With electrode type E309, current type 100 A, and welding speed 4 cm/min.

**Keywords :** Analysis of Variance, Signal to Noise Ratio, tensile test, and Taguchi method.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	iii
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Perestujuan.....	ix
Kata Pengantar .....	xi
Halaman Pernyataan Intergritas .....	xiii
Halaman Pernyataan Perestujuan Publikasi .....	xv
Ringkasan .....	xvii
Summary .....	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar.....	xxv
Daftar Tabel.....	xxvii
Daftar Lampiran .....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Teknologi Pengelasan. ....	5
2.2    Klasifikasi Pengelasan. ....	6
2.3    Pengelasan GTAW ( <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> ).....	8
2.3.1    Keuntungan GTAW ( <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> ).....	9

2.3.2	Kelemahan GTAW ( <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> ).....	9
2.4	Pengelasan SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ).....	9
2.4.1	Kelebihan SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Wealding</i> ).....	10
2.4.2	Kelemahan SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ).....	11
2.5	Pengelasan <i>Dissimilar</i> .....	11
2.6	<i>Wellding Metallurgy</i> (Metalurgi Las).....	12
2.7	Daerah Pengelasan.....	13
2.8	Paduan Baja.....	13
2.9	Taguchi.....	15
2.9.1	Kelebihan Metode Taguchi.....	16
2.9.2	Kelemahan Metode Taguchi.....	16
2.9.3	Proses Taguchi.....	16
2.9.4	<i>Analisis of Varian</i> (ANOVA).....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN .....		19
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2	Persiapan Alat dan Bahan.....	20
3.2.1	Persiapan Alat.....	20
3.2.2	Persiapan Bahan.....	20
3.3	Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1	Pemotongan Matrial Uji.....	21
3.3.2	Penentuan Level Faktor dan Faktor.....	22
3.3.3	Penentuan <i>Orthogonal Array</i> (OA).....	23
3.3.4	Proses Pengelasan SMAW .....	23
3.3.5	Proses Pemotongan Sampel Untuk Pengujian.....	24
3.4	Persiapan Sampel Uji.....	25
3.4.1	Pengujian Tarik.....	25
3.4.2	Pengujian Metalografi .....	26
3.4.3	XRD.....	27

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1    Perhitungan .....	29
4.1.1    Data Hasil Pengujian Tarik. ....	29
4.2    Pengolahan Data.....	30
4.2.1    Analisis Metode Taguci dengan ANOVA.....	30
4.2.2    Perhitungan Nilai Rata-rata dan SNR .....	30
4.2.3    Perhitungan ANOVA Terhadap Nilai Rata-rata Setiap Faktor dan Level Faktor.....	31
4.2.4    Penentuan Setting Level Optimal.....	37
4.2.5    Penentuan Nilai Selang Kepercayaan Kondisi Optimal.....	37
4.2.6    Eksperimen Konfirmasi.....	38
4.3    Hasil Profil Pengujian Kekerasan. ....	40
4.4    Pengamatan Metalografi. ....	41
4.4.1    Pengujian dengan <i>Optical Microscops</i> (OM).....	41
4.4.2    Pengujian dengan <i>X-Ray- Diffraction</i> (XRD). ....	44
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	 47
5.1    Kesimpulan .....	47
5.2    Saran.....	47
 DAFTAR RUJUKAN .....	 49
LAMPIRAN .....	53

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era saat ini perkembangan teknologi dibidang konstruksi sangat pesat dan maju, karena tidak bisa dipisahkan saat proses penyambungan logam yang disebut pengelasan karena memiliki peranan utama saat perbaikan logam. Perkembangan pembangunan konstruksi logam dapat mengandalkan unsur pada lasan, terutama pada bidang pembangunan karena itu sambungan las memiliki ketrampilan yang pesat untuk pengelasnya, untuk bisa mendapatkan penyambungan yang bermutu (Huda and Setiawan, 2016). Pada lasan yang dipakai secara umum adalah lasan dengan memakai *Shielded Metal Arc Welding*. Metode SMAW sering digunakan serta pemakaiannya sangatlah simpel, sangat simpel dalam pengoperasian nya, bisa dipakai dalam segala macam posisi pengelasan. (Hamid, 2016)

Penyambungan saat mengelas ialah salah satu metode penyambungan sangat luas pemakaiannya saat kontruksi bangunan baja, dalam metode penyambung yang lain dipakai dalam sambungan logam yaitu baut dan keling. (Sam and Nugraha, 2015). Dari penelitian ini bermaksud untuk melakukan penyambungan baja karbon 4340 dan ST 36. Pastinyan dari jenis matrial ini mempunyai perbedaan yang berbeda-beda, agar dapat melakukan pengamatan dengan mendapatkan sambungan yang sangat baik. menggunakan metoda lasan *Shielded Metal Arc Welding* dengan memakai motoda taguchi, menggunakan analisis *Analysis of Variance* (ANOVA).

Pada penelitian ini penulis memakai beberapa pengujian untuk menganalisis karakteristik fisik mekanik dan mikrostruktur dari hasil pengelasan seperti pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengujian XRD, dan pengujian metalografi (OM).



## 1.2 Rumusan Masalah

Kemampuan baja karbon rendah ST 36 memiliki sifat mampu bentuk yang cukup baik sehingga terjadi tingkat pengerasan kerja yang bagus serta jenis material ini memiliki kemampuan tahan panas yang baik. Baja karbon 4340 juga dikenal dengan ketangguhan dan kekerasannya yang menjadikan material jenis ini banyak di produksi di pasaran. Namun tentu ke dua baja karbon tersebut memiliki perbedaan. Hal ini lah yang menjadikan peneliti untuk menyambungkan baja karbon ST 36 dan 4340 guna untuk mencapai hasil sambungan yang maksimal yang didorong beberapa faktor penunjang lainnya.

Faktor terkontrol dan tidak terkontrol menjadi hal penting dalam hasil pengelasan. Dengan metode taguchi diyakini dapat menciptakan hasil sambungan yang jauh lebih baik. Dari kedua jenis material yang memiliki sifat dan beberapa aspek berbeda. Oleh sebab itu, peneliti bermaksud membahas pengujian terhadap pengelasan *dissimilar* terhadap baja karbon 4340 dan ST 36 dengan menggunakan metode taguchi.

## 1.3 Batasan Masalah

1. Menggunakan metode penyambungan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).
2. Menggunakan Analisis data *Analysis of Variance* (ANOVA).
3. Pengujian yang digunakan yaitu uji tarik, uji kekerasan. OM, dan XRD.
4. Arus yang digunakan 90 A, 100 A, dan 110 A.
5. Tipe kampuh yang digunakan V, I, dan IV.
6. Kecepatan pengelasan yang dipakai 4cm/min, 2cm/min, 1cm/mim.
7. Jenis elektroda yang dipakai E308, E309, dan E312.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis sifat atau komposisi dari sambungan yang dihasilkan.
2. Mencari nilai maksimum tegangan terhadap material yang di las.
3. Mengamati perbandingan antara struktur mikro terhadap sambungan pada wilayah *weld metal*, *base metal*, dan *Heat Affected Zone (HAZ)*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Menciptakan sambungan yang lebih optimal dalam melakukan penyambungan dengan dua material dengan jenis yang berbeda.
2. Memberikan pemahaman terhadap mahasiswa khususnya mahasiswa teknik mesin dalam melakukan penyambungan *dissimilar* menggunakan metode taguchi.
3. Dapat menjadi referensi untuk hasil sambungan yang lebih optimal dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan.
4. Menjadi wadah sebagai acuan dalam melakukan penyambungan tak sejenis agar dapat menciptakan hasil yang diinginkan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Awali, J., Choiron, M. and Irawan, Y. (2014) 'Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Dua Layer Dengan Metode GTAW Dan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik Pada Plat ASTM a 36', *Rekayasa Mesin*, 5(2), pp. 107–112. doi: 10.21776/ub.jrm.
- Azwinur, A., Ismy, A. S., Nanda, R., & Ferdiyansyah, F. (2020) 'Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las double lap joint pada material AISI 1050', *Journal of Welding Technology*, 2(1), pp. 1–7.
- Azwinur, A., Jalil, S. A. and Husna, A. (2017) 'Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW', *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), p. 36. doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.
- Azwir, H. H. and Mufadhol, M. (2018) 'Peningkatan Mutu Proses Pembuatan Cat Solvent dengan Metode Taguchi di PT JI', *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 17(1), p. 46. doi: 10.25077/josi.v17.n1.p46-54.2018.
- Bakhori, A. (2017) 'Perbaikan Metode Pengelasan Smaw ( Shield Metal Arc Welding ) Pada Industri Kecil Di Kota Medan', *Perbaikan Metode Pengelasan Smaw ( Shield Metal Arc Welding ) Pada Industri Kecil Di Kota Medan*, 13(1), pp. 14–21.
- Balaka, R., Kadir, A. and Tolantomo, D. S. (2016) 'Analisis Pengaruh Arus Pengelasan pada Sudut Elektroda 70 Terhadap Sifat Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Menggunakan Jig Welding', *Enthalpy*, 2(2), pp. 50–55.
- Butler, C. (1992) 'A primer on the Taguchi method', *Computer Integrated Manufacturing Systems*, p. 246. doi: 10.1016/0951-5240(92)90037-d.
- Darmadi, H. et al. (2018) 'Hypermedia Driven Application Programming Interface for Learning Object Management', *Procedia Computer Science*, 135, pp. 120–127. doi: 10.1016/j.procs.2018.08.157.
- Fajar Riyadi and Setyawan, D. (2011) 'Analisa Mechanical Dan Metalurgical Baja Karbon A36', pp. 1–12.
- Fauzan, S. and Hestiawn (2017) 'Sifat Mekanik Sambungan Las Smaw Pada Baja Amutit K-460', *WR Supratman Kandang Limun, Bengkulu. Telp*, 460(12), pp. 424–426.
- Hamid, A. (2016) 'Deutsche Industrie Norman )', pp. 26–36.
- Hu, J. and Tsai, H. L. (2007) 'Heat and mass transfer in gas metal arc welding. Part I: The arc', *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 50(5–6), pp. 833–846. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2006.08.025.

- Huda, M. and Setiawan, F. (2016) 'Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V dan Kuat Arus dengan Las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, pp. 1–9.
- Irawan, A., Mualif, M. M. M. and ... (2018) 'Analisis Pengendalian Kualitas Proses Stamping Part 16334sf Dengan Penerapan Metode Taguchi Di Pt. Surya Toto Indonesia, Tbk', *JITMI (Jurnal Ilmiah ...)*, 1. Available at: <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JITM/article/view/1407>.
- Jokosisworo, S. (2012) 'Weldability, Welding Metallurgy, Welding Chemistry', *Kapal*, 3(3), pp. 65–69. doi: 10.12777/kpl.3.3.65-69.
- Kadir, A. and Basuki, M. (2019) 'PENGARUH ARUS PENGELASAN GTAW TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN CACAT PENGELASAN PADA ALUMINIUM 5083 ( Kosong dua spasi )', pp. 1–8.
- Kou, S. (1962) A centenary lecture: The concept of homoeomorphy, *Proceedings of the Geologists' Association*. doi: 10.1016/S0016-7878(62)80017-0.
- Lisa Agustriyana, Sarjiyana, dan S. (2019) 'Pengaruh Pengelasan Gtaw Pada Logam Bimetal Plat Baja Karbon Rendah Dan Stainless Steel Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las', 20(2), pp. 167–180.
- Majanasastra, R. (2013) 'Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma '45' Bekasi*, 1(2), pp. 61–66.
- Mohamat, S. A. et al. (2012) 'The effect of Flux Core Arc Welding (FCAW) processes on different parameters', *Procedia Engineering*, 41(Iris), pp. 1497–1501. doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.341.
- Naufal, A., Jokosisworo, S. and Samuel (2016) 'Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Aluminium 5083 Pengelasan Gtaw', *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), pp. 256–264.
- Parekke, S., Leonard, J. and Much, A. H. (2014) 'Pengaruh Pengelasan Logam Berbeda (AISI 1045) dengan (AISI 316L) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro', *J. Sains & Teknologi*, 3(2), pp. 191–198.
- Purnama, A. and DH, A. (2014) 'Analisis Perbandingan Sifat Fisis Dan Mekanis', 18(2), pp. 92–98.
- Purwaningrum, Y. (2006) 'Karakterisasi Sifat Fisis Dan Mekanis Sambungan Las Smaw Baja a-287 Sebelum Dan Sesudah Pwht', *Teknoin*, 11(3), pp. 233–242. doi: 10.20885/teknoin.vol11.iss3.art7.
- Rahmadianto, F. (2017) 'ANALISA PENGARUH VARIASI TREATMENT PADA PROSES', pp. 2–6.
- Sam, A. and Nugraha, C. (2015) 'Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja Sm 490 Dengan Metode Pengelasan Smaw Dan Saw', *Jurnal Mekanikal Januari*, 6(2015), pp. 550–555.

- Sari, W. P., Sumantri, D. and Imam, D. N. A. (2018) 'Pemeriksaan Komposisi Glass Fiber Komersial Dengan Teknik X-Ray Fluorescence Spectrometer (Xrf)', *B-Dent, Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, 1(2), pp. 155–160. doi: 10.33854/jbdjbd.30.
- Setiawan, A. and Yuli, A. (2006) 'Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490', *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), pp. 57–63. doi: 10.9744/jtm.8.2.pp.57-63.
- Sidi, P. and Wahyudi, M. (2013) 'Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc', *Rekayasa Mesin*, 4(2), p. pp.101-108.
- Soenoko, R., Purnowidodo, A. and Irawan, Y. S. (2016) 'Perubahan Laju Perambatan Retak Dissimilar Welding Akibat Penambahan Fluks Magnet', pp. 1–8.
- Sudargo, P. H., Triyono and Diharjo, K. (2011) 'Mekanik Sambungan Las Gmaw Logam Tak Sejenis Antara Baja', pp. 59–64.
- Surya, I. (2019) 'Najamudin Indra Surya Witoni Kunarto Bambang Pratowo Zein Muhamad', Pengaruh Panas Las Gtaw(Gas Tungsten Arc Welding) Pada Material Stainless Steelgrade 316L Terhadap Uji Tarik Dan Komposisi Kimia Material, 6(April), pp. 11–12.
- Suwarno, Debataraaja, N. N. and Rizki, S. W. (2017) 'Optimasi kualitas', Optimasi Kualitas Halloe Block dengan Metode Taguchi, 6(01), pp. 61–68.
- Wijaya, D. I. (2016) 'PowerPlant', 4(2).
- Wijoyo, W. and Aji, B. K. (2015) 'Kajian Kekerasan Dan Struktur Mikro Sambungan Las Gmaw Baja Karbon Tinggi Dengan Variasi Masukan Arus Listrik', *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 6(2), p. 243. doi: 10.24176/simet.v6i2.459.
- Yassyir Maulana (2016) 'Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw', *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 2(1), pp. 1–8.
- Yunus, Y. and Novri, M. (2013) 'Sifat Mekanik Mikro Sambungan Las Baja Tahan Karat AISI 304', *Widya Eksakta*, 1(I).