



ANALISA KEKUATAN TARIK PIPA *STAINLESS STEEL* *SS304L SCH10S SEAMLESS* PADA SAMBUNGAN LAS TIG

Zufri Hasrudny Siregar¹, Tengku Jukdin Saktisahdan², Moraida Hasanah³
^{1,2,3}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Asahan
¹rudysiregar7@gmail.com

ABSTRAK

Proses pengelasan pada material stainless steel 304L seamless banyak digunakan dalam industri minyak dan gas khususnya sebagai material pemipaan. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil kekuatan tarik sambungan las dari variasi ketebalan pipa schedule agar di dapatkan ukuran pipa yang baik dalam mendesain pemipaan di dunia industri. Pengelasan stainless steel 304L seamless dilakukan dengan pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dan jenis sambungannya kampuh V (single v butt joint) dengan sudut 60°. Variable ketebalan yaitu pipa sch10S ukuran diameter ¾", 1" dan 1 ½". Hasil penelitian menunjukkan bahwa pipa sch10S ukuran ¾" dengan pengelasan kampuh V tidak aman digunakan pada beban 16000 [N] dan pipa sch10S ukuran 1" dan 1 ½" hasil penelitian menunjukkan sambungan pada pipa tersebut sangat baik dan aman digunakan pada beban 16000 [N].

Kata kunci: *Stainless Steel 304L Sch10S, Seamless, uji tarik, sambungan las, kampuh V 60°.*

ABSTRACT

The welding process on seamless 304L stainless steel is widely used in the oil and gas industry, especially as a piping material. This study aims to compare the results of the tensile strength of welded joints from variations in the thickness of the pipe schedule in order to obtain a good pipe size in designing piping in the industrial world. Seamless 304L stainless steel welding is done by TIG (Tungsten Inert Gas) welding and the type of connection is V seam (single v butt joint) with an angle of 60°. The thickness variable is the sch10S pipe with diameters ¾", 1" and 1 ½". The results showed that the sch10S pipe size ¾" with seam V welding was not safe to use at a load of 16000 [N] and the sch10S pipe sizes 1" and 1 ½" The results showed that the connection in the pipe was very good and safe to use at a load of 16000 [N]

Keywords: *Stainless Steel 304L Sch10S, Seamless, tensile test, welded joints, butt weld 60°.*



I. PENDAHULUAN

Pada era yang sekarang ini yaitu era Globalisasi memacu perkembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi dan Seni (IPTEKS) yang sangat pesat (Kurniawan et al., 2019). Teknologi pengelasan adalah hal yang terpenting dan sangat sulit dipisahkan dalam teknologi industri (Maylano et al., 2017). Secara umum, las diartikan sebagai suatu cara menghubungkan bahan logam atau campuran logam dengan cara mencairkannya (Maylano et al., 2017).

Dalam teknik dan perpipaan, perkembangan Teknologi dalam pemasangannya tumbuh begitu pesat, hal ini tak terlepas dari teknologi pengelasan. Dikarenakan sambungan las membutuhkan keterampilan teknis yang tinggi untuk mendapatkan sambungan yang baik, maka pemasangan pipa logam juga sangat dibutuhkan banyak komponen dalam pengelasannya. Pada industri manufaktur, pengelasan banyak dipakai dalam penggunaan baja dan logam, khususnya bidang pembangunan sangat dibutuhkan sambungan las yang memiliki mutu tinggi (Nawiko et al., 2022).

Proses perancangan perpipaan, analisis statis dan dinamis diperlukan dalam memastikan keamanan rancangan dan amannya operasional sistem tersebut di samping juga cara sambungan pipa tersebut dengan pengelasan (Husodo et al., 2019). Pada prinsipnya memang mengelas yaitu memanaskan kedua benda hingga mencair dan kemudian mendingin, tetapi untuk mendapatkan kekuatan yang baik, teknik pengelasan membutuhkan bahan tambahan seperti elektroda sewaktu dipanaskan.

Las TIG (Tungsten Inert Gas) adalah jenis pengelasan gas tungsten-arc, dimana elektrodanya hanya digunakan sebagai pengumpan busur nyala api yang tidak mencair ketika pengelasan (Pranajaya et al., 2019). Secara definisi, pengelasan (*Welding*) adalah salah satu cara dalam menyambung logam dengan cara memanaskan hingga mencair logam induk dan logam pengisi tanpa tekanan atau dengan tekanan. DIN (Deutsche Industrie Norman) mendefinisikan pengelasan yaitu merupakan ikatan metalurgi pada teknik penyambungan logam yang dilakukan dalam keadaan cair. Dengan kata lain, las adalah sambungan yang menggunakan energi panas untuk mencairkan beberapa batang logam untuk penyambungan (Andika, 2020).

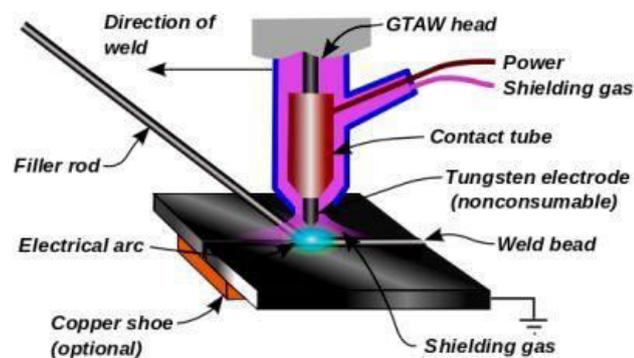
Faktor yang mempengaruhi kualitas dari hasil pengelasan banyak faktor seperti: bahan yang digunakan untuk pengelasan, mesin pengelasan, prosedur pengelasan, teknik pengelasan, daya pengelasan, jenis sambungan, bahan tambahan (*filler*) dan orang yang mengenalnya. Salah satu penyebabnya yaitu penggunaan jenis *filler* sebagai pengisi lasan (Fitrianto & Widodo, 2020). Pada penelitian yang dilakukan (Dharma et al., 2022) menyebutkan bahwa nilai kekerasan vickers untuk daerah las itu lebih tinggi dibanding pada daerah logam dasar dan juga daerah yang terpengaruh panas (Haz) dimana mikrostruktur pada las an terjadi peningkatan ukuran dendrite sementara mikrostruktur pada daerah Haz membentuk butiran kolumnar.

Las Tungsten Inert Gas (TIG) atau yang sering disebut Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) yaitu bentuk



salah satu Arc Welding (Las Busur Listrik). Sejarahnya las ini ditemukan tahun 1940 di USA, las ini menggunakan wolfram atau tungsten sebagai elektrode dan inert gas sebagai pelindung (Cecep, 2020). Las dengan metode GTAW umumnya menggunakan material stainless steel dengan arus searah (*Direct Current*) dimana muatan negatif pada Tungsten dan logam lasan dihubungkan dengan

muatan positif. Tetapi untuk pengelasan Aluminium, sumber arus yang digunakan adalah arus bolak balik (*Alternating Current*) (Rahmatika et al., 2019). Menurut (Nurisna & Setiawan, 2020) pengelasan TIG yaitu proses pengelasan menggunakan busur listrik menggunakan elektroda dimana umpan tersebut tidak ikut mencair.



Gambar 1. Mekanisme Las TIG

Perpatahan pada sambungan las terjadi pada daerah las karena daerah ini tidak dapat menerima beban yang terlalu tinggi, patah sambungan (*function failure*). Untuk meminimalisir ini, penting diketahui batas pembebanan yang dapat diterima daerah lasan tersebut sebelum menggunakan sambungan las (Ikhsan, 2022). Material jenis stainless steel sangat banyak digunakan dalam dunia industri pemipaan, contohnya adalah industri Oleochemical. Ada banyak jenis grade material *stainless steel* salah satunya 304L. Perlu diingat kandungan pada material stainless steel grade 304L berbeda dengan 304 walaupun tidak terlalu signifikan. Perbedaan kandungan material yang

terdapat pada *stainless steel* 304L dan 304 sebagai berikut:



Tabel 1. Kandungan pada *Stainless Steel* 304L dan 304 (ASTM International. p. 14. ISBN 0-8031-3362-6)

Kandungan Material	304 (%)	304L (%)
Karbon	0,08 maks	0,03 maks
Mangan	2,00 maks	2,00 maks
Fosfor	0,045 maks	0,045 maks
Sulfur	0,030 maks	0,030 maks
Silikon	0,75 maks	0,75 maks
Kromium	18,00-20,00	18,00-20,00
Nikel	8,00-12,00	8,00-12,00
Nitrogen	0,10 maks	0,10 maks
Iron	Seimbang	seimbang

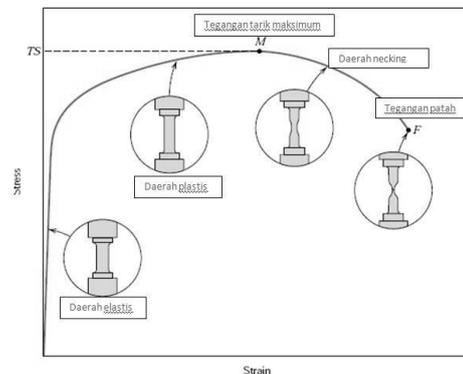
Tabel 2. Spesifikasi Material *Stainless Steel* 304L dan 304 (ASTM International. p. 14. ISBN 0-8031-3362-6)

Tipe 304	Tipe 304L
AMS5513	AMS5511
ASTM A 240	ASTM A 240
ASTM A 666	ASTM A 66

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw materials. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. Tegangan dibedakan menjadi dua yaitu *engineering stress* dan *true stress*.

Dalam praktek teknik, gaya umumnya diberikan dalam pound

atau newton, dan luas yang menahan dalam inch² atau mm². Begitu juga dengan regangan dibedakan menjadi dua pula yaitu *engineering strain* dan *true strain*. "Sebuah batang atau selinder yang dikenai beban tekan akan mengalami perubahan panjang yang disertai pengurangan luas penampang pada daerah elastis material" (Lubis et al., 2021).



Gambar 2. Kurva Tegangan Regangan

Tegangan merupakan gaya yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*).

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:



σ : Tegangan (MPa)
 F : Beban (N)
 A_0 : Luas penampang mula-mula (mm^2)

Sedangkan *true stress* adalah tegangan hasil pengukuran intensitas gaya reaksi yang dibagi dengan luas permukaan sebenarnya (*actual*). *True stress* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{F}{A_n} (\epsilon + 1) = \sigma (\epsilon + 1) \dots\dots(2)$$

Sebelum *necking* (penyempitan luas penampang setempat yang mulai ada setelah beban mencapai *ultimate tensile strength* (UTS) nya), dimana:

σ_t : True stress (MPa)
 ϵ : Regangan (ul)

$$\sigma_t = \frac{F}{A_i} \dots\dots\dots(3)$$

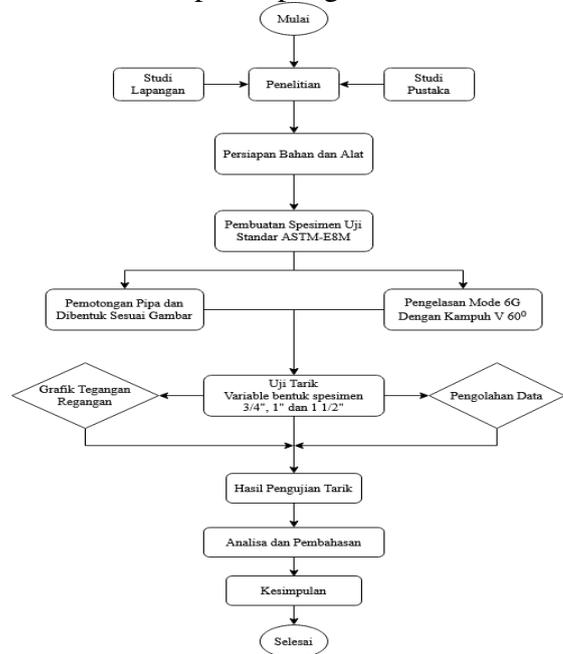
Setelah *necking* dimana:

A_i : luas penampang setelah diuji (mm^2)
 F : Beban (N)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam membuat suatu produk/komponen maka dikembangkan pengelasan dengan menggabungkan dua material yang berbeda jenis kekuatan mekaniknya agar komponen itu menjadi komponen yang tepat guna dalam aplikasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik hasil pengelasan pipa *stainless steel* SS304L Sch10S Seamless dilihat dari hasil uji tarik. Mencari referensi buku-buku maupun jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penelitian serta mempelajari dan memahaminya. Melakukan studi lapangan berupa observasi mencari info tentang proses pengelasan pada

pipa *stainless steel* 304L Sch10S Seamless dan posisi pengelasan 6G



Gambar 3. Flowchart penelitian

Spesimen pengujian akan dibedakan dengan 3 ukuran yaitu:

Tabel 3. Tebal Spesimen Yang Akan Diuji

Spesimen Pengujian	Tebal (mm)
Stainless Steel 3/4" 304L Sch10S	2,11
Stainless Steel 1" 304L Sch10S	2,77
Stainless Steel 1 1/2" 304L Sch10S	2,77
Rata-rata tebal spesimen	2,55

Tabel 4. Luas Penampang Spesimen Yang Akan Diuji

Spesimen Pengujian	Luas Penampang
--------------------	----------------



	(mm ²)
Stainless Steel ¾" 304L Sch10S	26,375
Stainless Steel 1" 304L Sch10S	34,625
Stainless Steel 1 ½" 304L Sch10S	34,624
Rata-rata luas penampang spesimen	31,875

Luas penampang rata-rata spesimen pengujian didapat dari tabel 4 adalah 31,875 mm².

Spesimen pengujian	Tegangan Tarik (MPa)	True Stress (MPa)
Stainless Steel ¾" SS304L Sch10S	555,84	650,33
Stainless Steel 1" SS304L Sch10S	461,31	539,73
Stainless Steel 1 ½" SS304L Sch10S	444,53	515,65

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

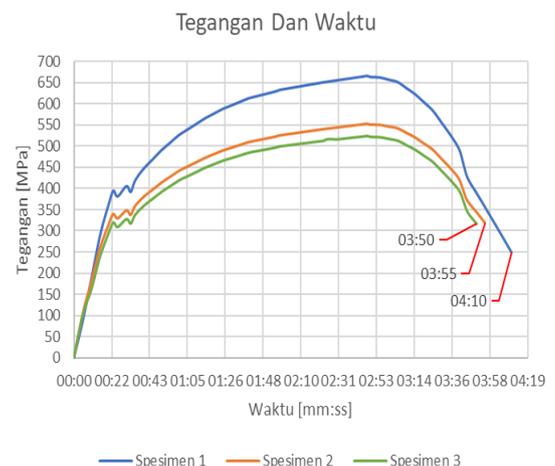
Pengujian akan dilakukan pada suhu ruangan 25,4 °C dengan kelembapan ruangan 80% dan beban maksimum 50000 [N] dengan kecepatan 5 [mm/min] yang sudah diset pada mesin penguji yang nantinya akan diketahui hasil dari kekuatan material dan sambungan las yang diuji. Dari data hasil pengujian tarik didapatkan kekuatan tarik pipa stainless steel 304L Sch10S.

Seamless setelah pengelasan serta waktu patahan pada material untuk mendapatkan nilai kekuatan material tersebut.

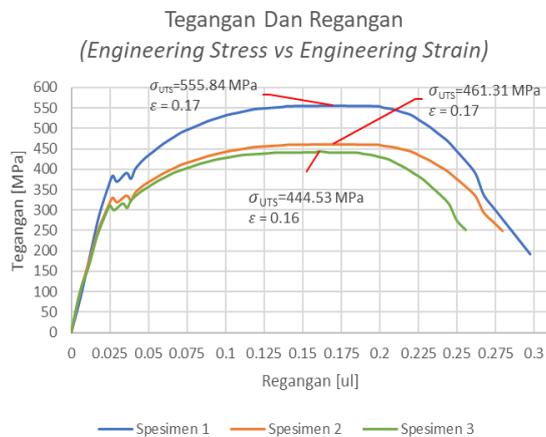
Tabel 5. Tegangan Tarik Material

Spesimen pengujian	Regangan (ul)	True Strain (ul)
Stainless Steel ¾" 304L Sch10S	0,17	0,16
Stainless Steel 1" 304L Sch10S	0,17	0,16
Stainless Steel 1 ½" 304L Sch10S	0,16	0,15

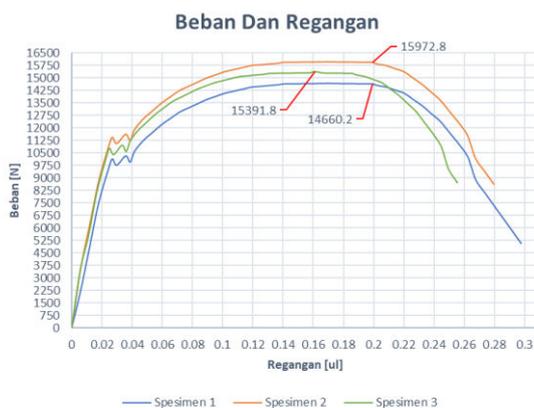
Dari hasil pengujian pula didapatkan grafik antara kekuatan tarik dengan waktu patahan, tegangan dan regangan serta beban dan regangan dari alat pencatat pada mesin pengujian



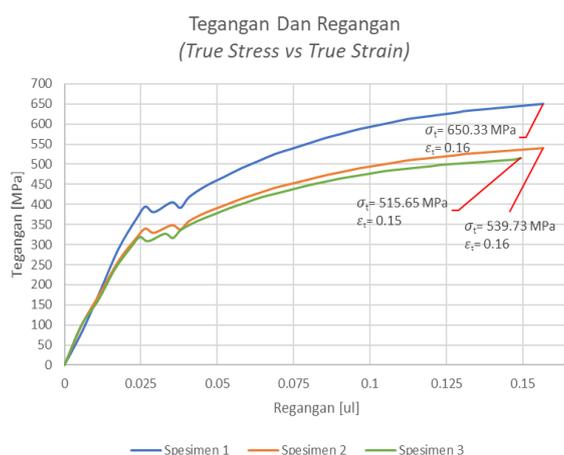
Gambar 4. Grafik Tegangan Tarik - Waktu Patahan Spesimen



Gambar 5. Grafik Tegangan Tarik – Regangan



Gambar 6. Grafik Beban – Regangan



Gambar 7. Grafik True Stress – True Strain

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik material stainless steel 304L seamless mendekati dengan literatur yaitu 460-680 MPa sementara pada pengujian 500 – 650 MPa, yang artinya jenis material ini memang sangat akurat dari segi kualitas.
2. Kekuatan lasan untuk menahan beban pada sambungan las spesimen 1 dibawah beban yang diberikan yaitu 11506,17 [N] sementara parameter keberhasilan nilainya harus diatas beban pengujian sebesar 16000 [N] serta tegangan yang didapat pada spesimen 1 diatas UTS filler rod yaitu 606,6 [MPa] sementara paramater keberhasilan seharusnya dibawah 580 [MPa]. Ini artinya pengelasan spesimen 1 tidak baik maka terjadi patahan pada lasannya saat pengujian.
3. Kekuatan lasan untuk menahan beban pada sambungan las spesimen 2 dan 3 diatas beban yang diberikan yaitu 16059,57 [N] dan parameter keberhasilan nilainya harus diatas beban pengujian sebesar 16000 [N] serta tegangan yang didapat pada spesimen 2 dan 3 dibawah UTS filler rod yaitu 462,1 [MPa] dan paramater keberhasilan dibawah 580 [MPa]. Ini artinya pengelasan spesimen 2 dan 3 baik maka terjadi patahan bukan pada lasannya saat pengujian.
4. Banyak fenomena terjadi pada uji tarik, namun dalam penelitian ini hanya membahas tegangan dan



regangan. Diantara fenomena itu adalah deformasi elastis, deformasi plastis, luders band, reduction area, necking, strain hardening, dan fracture.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, P. (2020). Kajian eksperimental perbandingan hasil pengelasan model Smaw Dan Gtaw terhadap kekuatan tarik material Baja St 37. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 2(5), 340–353. <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/1903/pdf>
- Cecep, C. (2020). *Mengenal Mesin Las Tig (Tungsten Inert Gas)*. INDOTARA. <https://www.indotara.co.id/mengenal-mesin-las-tig-tungsten-inert-gas-&id=370.html>
- Dharma, S., Suherman, Sarjianto, Sebayang, R., & Kurniyanto, H. . (2022). Jurnal rekayasa mesin pengaruh kuat arus terhadap sifat mekanis pada Alumunium Al-Si-Fe dengan filler Er 4043 metode pengelasan GTAW. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 103–112. <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i1.3068>
- Fitrianto, A. D., & Widodo, R. D. (2020). Pengaruh jenis filler terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro stainless steel AISI 304 pada proses pengerjaan Las TIG. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 12(2), 1–5.
- Husodo, A. W., Mahardhika, P., & V.A., V. V. (2019). Analisa fleksibilitas sistem perpipaan pada fatty acid plant akibat Pergeseran posisi evaporator. *Jurnal Integrasi*, 11(2), 112–118. <https://doi.org/10.30871/ji.v11i2.1663>
- Ikhsan, M. (2022). Tinjauan daya uji tarik dan kekerasan reaksi pengelasan baja karbon tinggi (Aisi 1070) pada Las Tig (Tungsten Inert Gas) dengan variasi arus 120 , 130 , 140 Ampere. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 2(Aisi 1070), 1–12. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i6.7421>
- Kurniawan, E. D., Harlin, & Setiyo, E. (2019). Pelatihan las tig bagi pemuda putus sekolah kelurahan simpang timbangan kec indralaya utara kab ogan ilir. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 6(2), 152–160. <https://doi.org/10.36706/jptm.v6i2.10074>
- Lubis, S., Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Siregar, I. (2021). Kajian eksperimen kemampuan penyerapan energi pada struktur sarang lebah yang diuji secara statis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 64–72. <https://doi.org/10.30596%2Frmm.v4i1.6697>
- Maylano, G. D., Budiarto, U., & Santosa, A. W. B. (2017). Analisis pengaruh variasi sudut kampuh double V pada



- sambungan las SMAW (Shield Metal Arc Welding) baja ST37 terhadap kekuatan tarik, tekuk dan impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4), 785. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Nawiko, A., Rosehan, & Lubis, M. S. Y. (2022). Pengaruh variasi kuat arus pengelasan SMAW terhadap uji tarik sambungan bahan ASTM A36. *Jurnal Syntax Transformation*, 3(5), 802–808. <https://doi.org/10.46799/jst.v3i5.567>
- Nurisna, Z., & Setiawan, E. (2020). Pengaruh filler pada pengelasan TIG baja karbon dan stainless steel 316L terhadap sifat mekanik. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(2), 95–99. <https://doi.org/10.18196/jqt.010214>
- Pranajaya, W., Santosa, A. W. B., & Budiarto, U. (2019). Analisa pengaruh variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las TIG (Tungsten Inert Gas) pada Aluminium 6061. *Teknik Perkapalan*, 7(4), 286–293. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/24481>
- Rahmatika, A., Ibrahim, S., Hersaputri, M., & Aprilia, E. (2019). Studi pengaruh variasi kuat arus terhadap sifat mekanik hasil pengelasan GTAW alumunium 1050 dengan filler ER 4043. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 47–54. <https://doi.org/10.30811/jpl.v17i1.731>