

# Analisis Kekuatan Bending Akibat Variasi Arus Pengelasan SMAW Pada Sambungan Pipa Api 5L GR.B SCH 80

Tatang Rendi Sanjaya<sup>1\*</sup>, Ratna Dewi Anjani<sup>2</sup>, Nanang Burhan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

\*Koresponden email: tatangrendis@gmail.com

Diterima: 23 Juni 2024

Disetujui: 30 Juni 2024

## Abstract

In this research, we use experimental research to determine the characteristics of a material, namely API 5L Grade B sch 80 pipe, using variations in welding current using SMAW (Shielded Metal Arc Welding) welding to determine the effect of variations in SMAW welding current on the value of liquid penetrant test results, radiographic test and mechanical properties of bending tests on API 5L Grade B sch 80 pipe material. It can be concluded that welding with variations in current strength of 80 A gives an average value of 396.381 MPa from the bending test results. Meanwhile, when the current variation is 100 A, it is known that the result of the current variation of 100 A is 652.315 MPa. It is known that when the amperage is varied by 120 A, the value of the bending test results is smaller than when the amperage is varied by 80 A, and when the amperage is varied by 100 A, the average value of the amperage variation by 12 A is 286.744 MPa. In conclusion, since there are no defects in this liquid penetrant test that could be dangerous or cause leakage, the welding results can be used or continued. There are deficiencies in the test results, but the NDT inspector with certification number SNS/PT/RN-23008 can still approve them.

**Keywords:** *API 5L Gr.B Sch 80 pipe, SMAW welding, radiography testing, penetrant testing, bending testing*

## Abstrak

Dalam penelitian ini, menggunakan jenis penelitian eksperimental untuk mengetahui karakteristik dari suatu material yaitu pipa API 5L Grade B sch 80 menggunakan variasi arus pengelasan menggunakan Las SMAW (shield metal arc welding), untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap nilai hasil pengujian penetrant test, radiography test dan sifat mekanik uji bending pada material pipa API 5L Grade B sch 80. Dapat disimpulkan bahwa pengelasan menggunakan variasi kuat arus 80 A mendapatkan nilai rata-rata dari hasil pengujian bending yaitu sebesar 396,381 MPa. Sedangkan pada variasi kuat arus 100 A diketahui hasil dari variasi kuat arus 100 A yaitu sebesar 652,315 MPa. Pada variasi kuat arus 120 A diketahui bahwa nilai hasil pengujian bendingnya lebih kecil dari variasi kuat arus 80 A dan dari variasi kuat arus 100 A. Hasil nilai rata-rata dari variasi kuat arus 12 A adalah sebesar 286,744 MPa. Kesimpulannya, karena tidak ada kekurangan dalam uji penetrant ini yang dapat membahayakan atau mengakibatkan kebocoran, maka hasil pengelasan dapat digunakan atau dilanjutkan. Terdapat kekurangan pada hasil pengujian, namun inspektur pengujian NDT dengan nomor sertifikasi SNS/PT/RN-23008 masih dapat menyetujuinya.

**Kata Kunci:** *pipa API 5L Gr.B Sch 80, las SMAW, pengujian radiography, pengujian penetrant, pengujian bending.*

## 1. Pendahuluan

Pipa adalah suatu jenis alat angkut yang digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan gas atau cairan dari satu tempat ke tempat lain. Bahan-bahan yang umum diangkut menggunakan pipa meliputi air, gas alam, minyak mentah, dan berbagai jenis cairan lainnya [1]. Pengelasan pipa mengacu pada proses pengelasan yang dilakukan untuk menyambungkan pipa di lapangan, baik dalam proyek konstruksi maupun industri. Proses ini penting dalam membangun sistem pipa untuk berbagai keperluan seperti transportasi gas, air, minyak, dan bahan cair lainnya [2].

Proses pengelasan busur logam berpelindung (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*) adalah salah satu metode pengelasan yang umum digunakan di berbagai industri. Proses ini melibatkan penggunaan elektroda berlapis yang menghasilkan lapisan pelindung gas saat terbakar, melindungi area pengelasan dari oksigen dan nitrogen dalam udara yang dapat menyebabkan terbentuknya gas-gas yang tidak diinginkan di dalam sambungan las [3].

Pipa API 5L Grade B (Gr.B) adalah standar pipa yang sering digunakan untuk transportasi pipa minyak dan gas. Standar ini mencakup dua tingkat spesifikasi yang dikenal sebagai *PSL1* (*Product Specification Level 1*) dan *PSL2* (*Product Specification Level 2*) [4].

Kampuh las (atau dalam bahasa Inggris disebut "*fillet weld*") merupakan salah satu jenis sambungan las yang digunakan untuk mengisi logam pengisi atau filler metal pada kubangan atau alur yang telah dibentuk selama proses pengelasan. Proses ini terjadi ketika logam induk (*base metal*) yang diinginkan untuk disambungkan, seperti dua lembaran plat, dibentuk sedemikian rupa sehingga membentuk sudut atau alur [5].

Setiap posisi pengelasan mempengaruhi pengendalian logam pengisi, laju pengisian, dan kontrol panas secara berbeda. Pengelasan yang dilakukan dengan cepat dan efisien di posisi yang berbeda diperlukan dalam proses pengelasan yang berkelanjutan untuk mencapai kekuatan dan kekerasan yang diinginkan dalam hasil pengelasan [6].

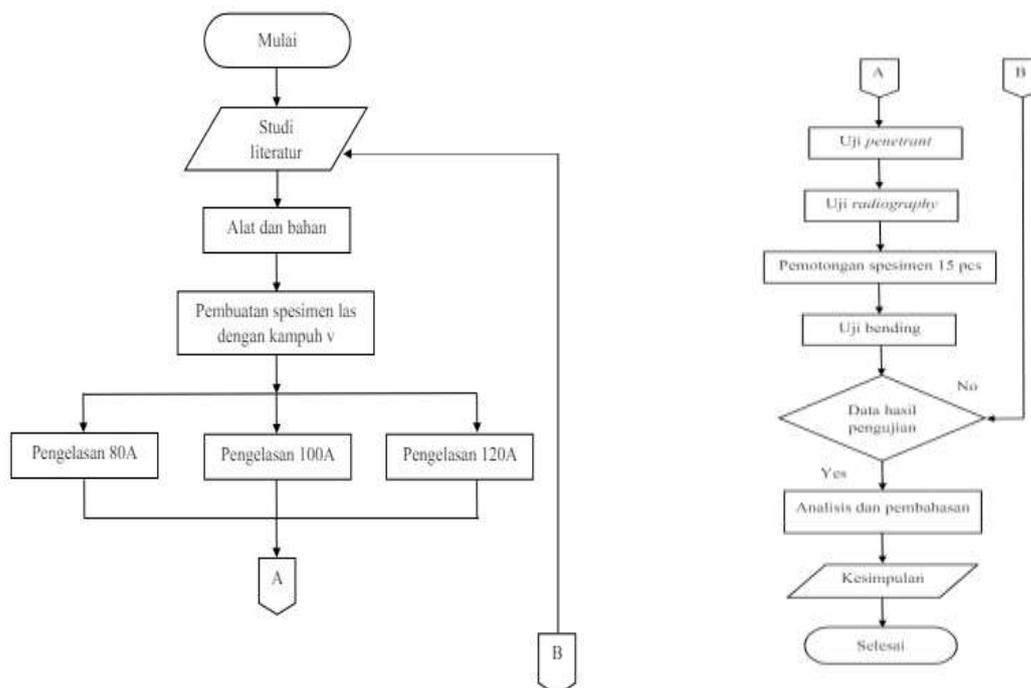
Uji *penetrant* atau *dye penetrant testing (DPT)* merupakan salah satu metode pengujian *non-destructive testing (NDT)* yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan diskontinuitas halus pada permukaan material. Metode ini relatif mudah dan praktis dilakukan, serta sangat efektif dalam mendeteksi cacat yang tidak terlihat secara kasat mata [7].

Pengujian radiografi merupakan salah satu metode pengujian *non-destructive testing (NDT)* yang digunakan untuk mendeteksi cacat atau kecacatan pada material, khususnya pada logam las, yang tidak dapat terlihat dengan inspeksi visual biasa. Metode ini memanfaatkan prinsip penyerapan radiasi oleh benda uji atau benda kerja untuk menghasilkan gambar atau radiografi yang menunjukkan detail internal dari benda tersebut [8].

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan dari uji bending pada pengelasan *SMAW (Shielded Metal Arc Welding)* dengan mempertimbangkan variasi arus pengelasan pada sambungan pipa API 5L Grade B Sch 80.

## 2. Metode Penelitian

Diagram alir atau *flowchart* adalah alat yang sangat berguna untuk memvisualisasikan secara sistematis tahapan-tahapan penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan umum dalam penelitian berdasarkan studi lapangan dan studi literatur, yang bisa disusun dalam bentuk diagram alir seperti pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Alur Penelitian  
 Sumber: Analisa data

### 3. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian mengenai pengelasan SMAW pada pipa API 5L Grade B Sch 80 dengan variasi arus pengelasan [9], berikut adalah beberapa alat dan bahan yang umumnya dibutuhkan sebagai berikut:

#### 1. Alat

Beberapa alat yang umumnya digunakan dalam penelitian tentang pengelasan SMAW pada pipa API 5L Grade B Sch 80 dengan variasi arus pengelasan sebagai berikut:

##### a. Uji Penetrant

Uji penetrant didasarkan pada aksi kapiler, yaitu kemampuan cairan untuk mengalir ke dalam celah-celah atau pori-pori kecil pada permukaan material akibat gaya adhesi dan kohesi. Ketika cairan penetrant diterapkan pada permukaan material, cairan tersebut akan meresap ke dalam diskontinuitas seperti retakan, lubang, atau kebocoran [10].

Penetrant cair berwarna cerah atau berpigmen diterapkan ke permukaan material dan dibiarkan meresap selama beberapa waktu. Setelah penetrant dibiarkan meresap, permukaan dibersihkan secara hati-hati untuk menghapus penetrant yang berlebihan. Pada **Gambar 2** terdapat salah satu cairan penetran sebagai berikut.



**Gambar 2.** Cairan penetran test  
Sumber: Analisa data pada lapangan

##### b. Uji Radiography

Radiography test merupakan salah satu metode pengujian *non-destruktif* (NDT) yang menggunakan radiasi untuk memeriksa dan mendeteksi cacat atau ketidaksempurnaan dalam material.

Radiasi yang digunakan dalam pengujian radiography dapat berupa sinar-X (*X-ray*) atau sinar gamma (*gamma ray*). Sumber radiasi ini dapat berupa tabung sinar-X atau isotop radioaktif yang memancarkan sinar gamma. Pada **Gambar 3** adalah alat yang biasanya digunakan dalam pengujian radiografi (*radiography test*) [11].

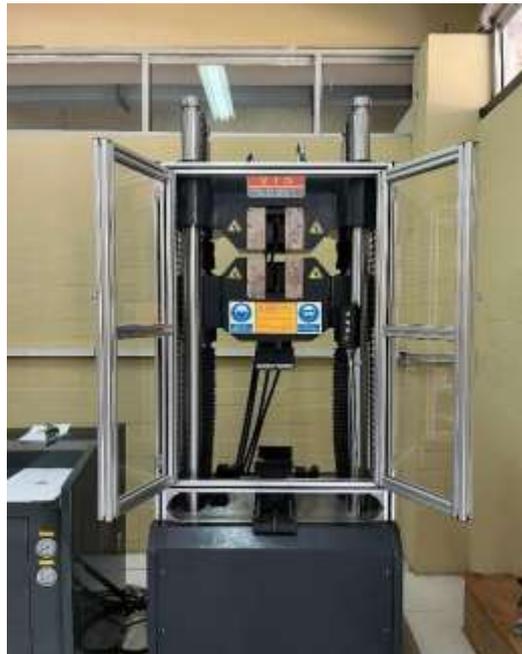


**Gambar 3.** Alat uji radiography  
Sumber: Analisa data pada lapangan

##### c. Uji Bending

Uji bending adalah metode pengujian material yang digunakan untuk menentukan kekuatan lentur, fleksibilitas, dan sifat patah dari material. Berikut adalah langkah-langkah dan prinsip kerja uji bending seperti, Material yang akan diuji (*spesimen*) ditempatkan di atas dua titik dukungan di ujungnya dan saat gaya diterapkan, spesimen akan mulai mengalami deformasi. Gaya yang diterapkan menyebabkan bagian

atas spesimen mengalami tekanan (*kompresi*) dan bagian bawah spesimen mengalami tarikan (*tensile stress*). Berikut adalah alat yang digunakan dalam uji bending seperti pada **Gambar 4** dibawah ini.



**Gambar 4.** Alat uji bending  
Sumber: Analisa data pada lapangan

#### d. Mesin Las SMAW

Mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengelasan logam dengan menggunakan busur listrik sebagai sumber panasnya. Jenis Elektroda *E-7010* adalah elektroda jenis *low hydrogen* dengan pelapis selulosa yang dirancang untuk pengelasan vertikal naik dan horizontal [12].

**Gambar 5** menunjukkan mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) yang digunakan dalam penelitian. Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama yang penting untuk proses pengelasan logam menggunakan busur listrik.



**Gambar 5.** Mesin las SMAW  
Sumber: Analisa data pada lapangan

## 2. Bahan

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

### a. Pipa API 5L Grade B Sch 80

API 5L Grade B adalah pipa yang umum digunakan untuk konstruksi jalur pipa minyak dan gas. Nama "*Grade B*" mengacu pada kekuatan tarik minimum 245 *Mpa* (35.500 *Psi*). Berikut ini tabel spesifikasi untuk *PSLI* berdasarkan komposisi kimia yang terdapat pada **Tabel 1**.

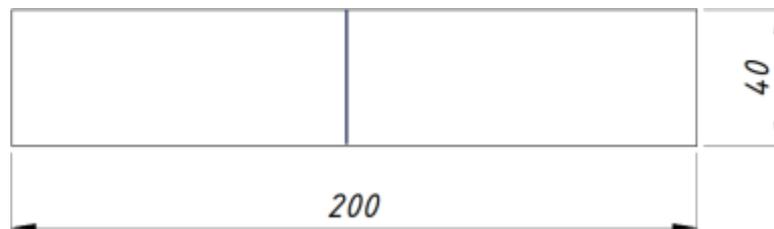
**Tabel 1.** Spesifikasi pipa API Grade B

Steel grade (nama material)	Chemical composition API Grade B PSL1							
	Mass fraction, based upon heat and product analyses <sup>a,g</sup>							
	C	Mn	P		S	V	Nb	Ti
	Max <sup>b</sup>	Max <sup>b</sup>	Min	Max	Max	Max	Max	Max
Seamless pipe								
L245 or B	0.28	1.20	-	0.030	0.030	c,d	c,d	d
Welded pipe								
L245 or B	0.26	1.20	-	0.030	0.030	c,d	c,d	d

Sumber: Analisa data pada lapangan

b. Pembuatan *Spesiment Las*

Pembuatan *spesiment* menggunakan material pipa *API 5L Grade B Sch 80*, dipotong menggunakan gerinda. Pembuatan spesiment uji bending dibuat sesuai dengan ukuran standar *ASTM A370-15*, dengan dimensi ukuran 200 mm X 40 mm. Dibuat kumpuh  $v = 15$  pcs. Berikut pada Gambar 6. terdapat salah satu dimensi spesimen.



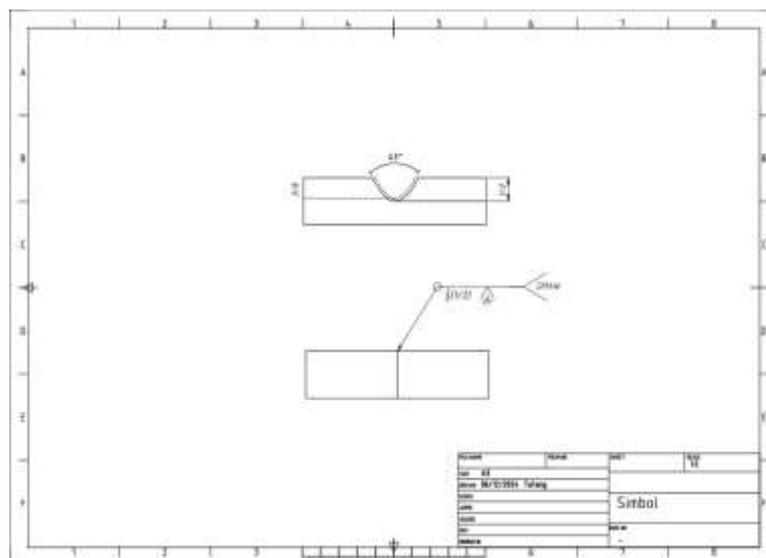
**Gambar 6.** Dimensi spesimen

Sumber: Analisa data pada *software*

**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1. Hasil pengelasan**

Dalam penelitian, proses pengelasan menggunakan *shielded metal arc welding (SMAW)* dilakukan pada pipa *API 5L Grade B Sch 80* dengan variasi arus pengelasan 80 ampere, 100 ampere, dan 120 ampere. Pada **Gambar 7** adalah gambar simbol pengelasan dan pada **Gambar 8** adalah gambar spesimen sebelum dan sesudah pengelasan [13].



**Gambar 7.** Simbol las

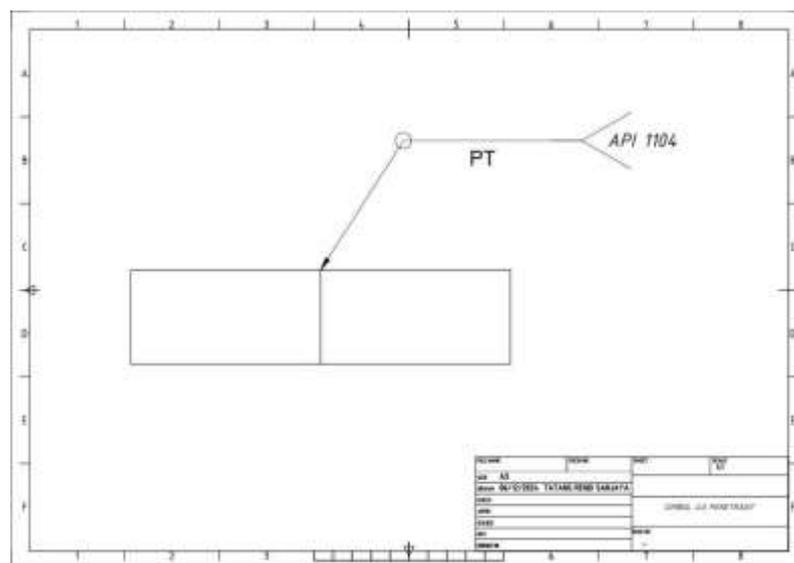
Sumber: Analisa data pada *software*



**Gambar 8.** Hasil Spesimen sebelum di las dan spesimen sesudah di las  
 Sumber: Analisa data pada lapangan

#### 4.2. Hasil uji penetrant

Pengujian *penetrant* adalah salah satu metode *non-destruktif* yang umum digunakan untuk mendeteksi cacat atau ketidaksempurnaan pada permukaan logam yang diuji. Proses ini membantu memastikan bahwa spesimen A1, A2, dan A3 memenuhi standar kualitas yang diharapkan sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya dalam proses pengujian dan evaluasi. Pada **Gambar 9** adalah gambar simbol pengelasan hasil pengujian *penetrant* [14].



**Gambar 9.** Simbol pengeelasan  
 Sumber: Analisa data pada *software*

#### 4.3. Hasil pengujian Radiography

Hasil pengujian radiografi yang menunjukkan bahwa material *API 5L Grade B Sch 80* yang dilas layak untuk digunakan adalah kabar baik dalam konteks pengelasan pipa untuk aplikasi minyak dan gas. Radiografi merupakan salah satu metode pengujian *non-destruktif* yang sangat penting untuk memastikan keandalan sambungan las dan pada **Tabel 2** menunjukkan hasil dari pengujian *radiography*.

**Tabel 2 .** Hasil *radiography test*

Kode spesimen	Posisi	Arus	Jenis kampuh	Hasil uji radiography	KET
A1	6G	80A	V	ACC (Terlampir)	Tidak ada cacat pada hasil pengelasan

Kode spesimen	Posisi	Arus	Jenis kampuh	Hasil uji radiography	KET
A2	6G	100A	V	ACC (Terlampir)	Tidak ada cacat pada hasil pengelasan
A3	6G	120A	V	ACC (Terlampir)	Tidak ada cacat pada hasil pengelasan

Sumber: Analisa data pada lapangan

#### 4.4. Pembuatan spesimen uji bending

Pemotongan spesimen setelah proses pengujian tidak merusak (*non-destructive testing*) sangat penting untuk memastikan integritas hasil pengujian dan keamanan prosesnya. Pada **Gambar 10**, menunjukkan hasil pemotongan dari spesimen A1,A2 dan A3.



**Gambar 10.** Spesiment sebelum dipotong dan spesimen setelah dipotong  
 Sumber: Analisa data pada lapangan

#### 4.5. Hasil Uji Bending

Pengujian ke tiga adalah pengujian bending yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Politek Negeri Bandung pada hari Jum'at tanggal 31 Mei 2024. Pengujian dilakukan pada 15 spesimen dimana ketebalan specimen rata-rata yaitu 5 cm. pada **Gambar 11** menunjukkan spesimen Uji A.1 sebelum dan sesudah pengujian bending.



**Gambar 11.** Speciment Uji A.1 sebelum dan sesudah pengujian bending  
 Sumber: Analisa data pada lapangan

Pada **Gambar 12** dibawah menunjukkan spesimen A.2 sebelum pengujian dan sesudah pengujian bending.



**Gambar 12.** Spesimen uji A.2 sebelum dan sesudah pengujian bending  
Sumber: Analisa data pada lapangan

Selanjutnya pada **Gambar 13** dibawah menunjukkan spesimen A.3 sebelum pengujian dan sesudah pengujian bending.



**Gambar 13.** Spesimen uji A.3 sebelum dan sesudah pengujian bending  
Sumber: Analisa data pada lapangan

## 5. Kesimpulan

Pada pengujian penetrant mendapatkan hasil pengelasan bisa dilanjutkan atau dipakai karena pada pengujian penetrant ini tidak ada cacat yang bisa membahayakan atau mengakibatkan kebocoran. Pada gambar hasil pengujian terlihat adanya undercut namun masih bisa disetujui oleh inspector pengujian NDT dengan nomer sertifikasi SNS/PT/RN-23008. Pada pengujian radiography tidak ada bagian pengelasan yang fatal sehingga bisa disetujui oleh inspector pengujian NDT dengan nomor sertifikasi SNS/RI/IN-24013.

Pengujian bending dilaksanakan di Politeknik Negeri Bandung. Dari hasil pengujian bending yang dilakukan dari 15 spesimen, 5 spesimen menggunakan kuat arus 80 A, 5 spesimen menggunakan kuat arus 100 A dan 5 spesimen menggunakan kuat arus 120 A. Pada pengujian bending ini kuat arus yang mendapatkan hasil tegangan yang kuat yaitu pada kuat arus 100 A yaitu mendapatkan hasil tegangan 652,315 MPa. Hasil pengujian setiap kuat arus mendapatkan hasil yang berbeda bisa disebabkan oleh human eror atau welder dan hasil pengujian NDT, specimen yang memiliki cacat halus.

## 6. Referensi

- [1] A. P. Institute, "Specificatin for Line Pipe," in *API Specification 5L*, Washington, API Publishing Service, 2012.
- [2] T. A. Candra, K. A. Widi and T. A. Sutrisno, "Pengaruh Variasi Sudut Kampuh "V" 60°, 75°, 90° Sambungan Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Terhadap Kekuatan Mekanis Pada Baja ST 42," *Jurnal Mesin Material Manufaktur Dan Energi (JMMME)*, vol. Vol 12 (1), pp. 1-9, 2023.
- [3] L. I. Saputra, . U. Budiarto and S. Jokosisworo, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Akibat dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan," *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vols. Vol. 7, No. 4, no. ISSN 2338-0322, pp. 215-226, 2019.
- [4] M. U. and S. , "Analisis Hubungan Variasi Arus Terhadap Kacacatan Lasan Smaw 3g Pada Material

- Aisi 1020 Dengan Pengujian Tidak Merusak," *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 7 No. 1, no. e-ISSN 2597-9140, pp. 44-47, 2023.
- [5] B. . A. Hanggara and . M. R. Harahap, "Pengaruh Posisi Pengelasan Smaw Dengan Variasi Posisi Elektroda E3086 Terhadap Kekuatan Impak Pada Stainless Steel AISI 304," *PISTON*, vol. 4 no 1, pp. 22-28, 2019.
- [6] A. W. Nugroho, "Pengaruh Sudut Kampuh V Tunggal terhadap Sifat Mekanis Sambungan Las SMAW pada Pipa Baja Karbon API 5L X46," *Semesta Teknika*, Vols. Vol. 25, No. 2, pp. 188-200, 2022.
- [7] Y. Arisandi, A. Sulistiawan and A. D. Ardianti, "Analisis Perbandingan Cacat Las Menggunakan Metode Liquid Penetrant Test Dengan Kuas Dan Spray Pada Plat Baja NK-68 E6013," *INVENTOR*, vol. Vol. 3 No. 1, pp. 7-13, 2022.
- [8] G. Y. Pratama and Y. , "Pengaruh Post Weld Heat Treatment (Pwht) Dengan Variasi Media Pendinginan Hasil Pengelasan Smaw Pada Pipa Kilang Astm A 106 GRADE B Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro," *JTM*, vol. Volume 10 No 03 , pp. 69-76, 2022.
- [9] A. Rahmatika, E. Sutarto and A. C. Arifin, "Pengujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX," *jurnal vokasi teknologi industri*, vol. 3, no. e-ISSN 2686-3545, pp. 24-30, 2021.
- [10] H. N. Beliu, Y. M. Pelle, and J. U. Jarson, "Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri - polyester," *J. Tek. Mesin UNDANA - Lontar*, vol. 03, no. 02, pp. 11–20, 2016.
- [11] Y. Maulana, "Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw," *J. Tek. Mesin UNISKA*, vol. 02, no. 01, pp. 1–8, 2016.
- [12] K. Oktarina and Y. Indriyanti, "Analisis pengaruh kuat arus terhadap uji bending pad a pengelasan plat kapal tanker dengan gap 2 mm sesuai dengan aplikasi wps di PT. daya radar utama lampung," *J. Inov.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–13, 2020.
- [13] O. D. Nata, M. Hidayat, and S. A. Rohman, "Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Material Ss400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Listrik," *Hexag. J. Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 12–15, 2021
- [14] Y. Winardi, F. Fadelan, M. Munaji, and W. N. Krisdiantoro, "Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 8, no. 2, p. 86, 2020.