

COMPARISON OF 1G AND 2G WELDING POSITIONS AGAINST SMAW WELDING STRENGTH WITH KAMPUH I

Perbandingan Posisi Pengelasan 1G dan 2G Terhadap Kekuatan Las SMAW Dengan Kampuh I

Gema Alida Ngamelubun¹, Kristiana Pasau², Disabella Dayera^{1✉},

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Papua, Kota Sorong, Papua Barat Daya, Indonesia.

² Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia.

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 08-01-2023

Direvisi : 25-01-2023

Diterima : 11-02-2023

Kata Kunci:

Baja ST37, SMAW, Las,
Uji kekuatan tarik material

Keywords :

Steel ST37, SMAW, Welded,
Tensile strength test of
material

ABSTRAK

Pembangunan nasional pada hakikatnya pembangunan manusia seutuhnya. Pelaksanaan pembangunan tersebut tidak terbatas pada suatu bidang saja tetapi mencakup berbagai bidang termasuk bidang konstruksi baja. Dalam penerapannya struktur baja sering kali tidak dapat dihindari dengan penyambungan logam atau proses yang dikenal dengan pengelasan Sehingga, dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekuatan las SMAW dengan kampuh I pada posisi pengelasan 1G dan 2G.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen di mana data penelitian ini diperoleh dari pembuatan spesimen baja karbon ST37 dengan pengelasan SMAW posisi 1G dan 2G pada kampuh I. Adapun penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.

Berdasarkan hasil pengujian serta perhitungan dalam penelitian ini diperoleh nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh sambungan las pada kampuh I dengan posisi pengelasan 1G dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 391,8 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada sambungan las pada kampuh I dengan posisi pengelasan 2G dengan nilai rata-rata sebesar 379,1 MPa dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa posisi pengelasan 1G pada kampuh I dengan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) lah yang lebih unggul atau lebih kuat dibanding posisi pengelasan 2G pada kampuh I dengan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW).

ABSTRACT

National development is the development of the whole person. The implementation of the development is not limited to a single field but covers various fields, including the field of steel construction. In its application, steel structures are often unavoidable by metal splicing or a process known as welding. So, this study aims to compare SMAW welding strength with I efficacy in 1G and 2G welding positions. The method used in this study is experimental. The research data was obtained from manufacturing ST37 carbon steel specimens by smaw welding positions 1G and 2G in potent I. This research was conducted at the Physical Metallurgy Laboratory of the Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Christian University of Indonesia, Paulus Makassar. Based on this study's test results and

calculations, the highest tensile strength value was obtained by the weld joint in the first batch with a welding position of 1G, with an average tensile strength value of 391.8 MPa. The lowest tensile strength was found in the weld joint at the strength I, with a welding position of 2G, with an average value of 379.1 MPa. Therefore, it can be concluded that the welding position of 1G at Kampuh I with Shielded Metal Arc Welding (SMAW) is the one that is superior or stronger than the 2G welding position on the I Kampuh with Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding.

Corresponding Author :

Disabella Dayera

Teknik Mesin, Teknik, Universitas Kristen Papua

Jl. F. Kalasuat, Malanu, Kota Sorong

Email: disabella.dayera@ukip.ac.id

PENDAHULUAN

Pembangunan nasional pada hakikatnya pembangunan manusia seutuhnya. Pelaksanaan pembangunan tersebut tidak terbatas pada suatu bidang saja tetapi mencakup berbagai bidang termasuk bidang konstruksi baja. Dalam penerapannya struktur baja sering kali tidak dapat dihindari dengan penyambungan logam atau proses yang dikenal dengan pengelasan. Pengelasan adalah metode penyambungan dua logam tanpa mengurangi kekuatan dan bentuk bahan logam tersebut, proses pengelasan terlihat sederhana, namun pada kenyataannya banyak permasalahan yang harus diatasi dan solusinya memerlukan berbagai pengetahuan. Kualitas pengelasan selain bergantung pada proses pengelasan itu sendiri dan juga sangat bergantung pada persiapan sebelum pekerjaan pengelasan.

Dalam pengelasan AWS (*American Welding Society*), proses pengelasan adalah proses penyambungan logam atau bukan logam yang menghasilkan satu bagian yang menyambung, dengan atau tanpa kompresi dan dengan atau tanpa logam pengisi. (Efendi, 2014) Proses pengelasan harus terkait dengan arus pengelasan yang digunakan untuk mencapai hasil penyambungan yang baik atau untuk lulus tes dengan standar peraturan yang berlaku. Oleh karenanya itu, sangat penting untuk memilih besarnya arus pengelasan sebelum proses pengelasan (Muddin et al., 2021).

Pengelasan listrik adalah pengelasan yang menggunakan mesin las listrik Shielded Metal Arc Welding (SMAW). (AZIS, 2019) Proses pengelasan dengan SMAW menciptakan ikatan yang kuat dan mudah digunakan. Pengujian tarik adalah pengujian tegangan-regangan mekanisme yang bertujuan untuk mengukur kekuatan suatu bahan terhadap gaya tarik. Dengan menarik sampai material putus, maka dapat melihat bagaimana material bereaksi terhadap gaya tarik dan melihat berapa lama material tersebut akan bertahan. Kekuatan pada sambungan pengelasan dipengaruhi oleh posisi pengelasan, posisi pengelasan berfungsi sebagai pengatur posisi dan letak gerakan elektroda las, tetapi pada setiap posisi pengelasan penggunaannya tergantung pada jenis benda kerja yang hendak dilas. Dari beberapa faktor tersebut, maka dalam pengelasan terdapat penggolongan posisi pengelasan. Posisi pengelasan tersebut yaitu 1G, 2G, 3G dan 4G dari penggolongan tersebut maka posisi pengelasan digolongkan pada posisi di bawah tangan (*downhand*), mendatar atau *horizontal*, tegak atau *vertical* dan diatas kepala (*over head*).

A. Baja Karbon

Baja adalah panduan yang terdiri dari besi, karbon dan elemen lainnya dan baja dapat dibentuk dengan pengecoran, atau penempaan. Karena penggunaannya yang luas, pihak yang berbeda sering mengklarifikasikan baja sesuai dengan metode manufaktur, aplikasi, kekuatan, struktur mikro dan sesuai komposisi kimia.

Baja dapat dibagi menjadi dua kategori sesuai dengan komposisi kimianya, yaitu baja karbon dan baja paduan. Selain besi dan karbon, baja karbon juga mengandung unsur-unsur lain seperti mangan, silikon dan unsur lainnya seperti fosfor dan sulfur.

Secara umum, karbon dapat dikelompokkan sebagai berikut : Baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Baja paduan adalah baja yang dibentuk sesuai tujuan yang dimaksud untuk meningkatkan sifat mekanik baja atau sifat dasar yang kompatibel dengan elemen dasar.

B. Baja ST 37

Baja karbon rendah ST 37 (*low carbon steel*) adalah baja yang memiliki kekuatan tarik maksimum sampai 37 Kg/mm². Baja ini dibuat melalui proses yang dikenal dengan nama proses Thomas dan Martin, pada proses Thomas lapisan dinding bagian dalam terbuat dari batu tahan api biasa atau dolomite (magnesium dan kalsium karbonat), besi yang diolah besi kasar putih yang mengandung P antara 1.7 - 2%, Mn 1 – 2%, dan Si 0.6 – 0.8%. ([Siddiq et al., 2019](#))

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30 % membutuhkan proses tambahan jika ingin melakukan modifikasi pada material atau ingin memperkuat material. Pada umumnya baja dapat diukur dengan rasio karbon lebih tinggi dari 0,30% secara langsung, tetapi untuk kandungan karbon rendah, baja karbon rendah dapat digunakan sebagai panel baja atau sirip, untuk bahan bodi mobil, untuk membangun jembatan, untuk diproduksi sebagai paku, untuk bahan pipa.

Baja karbon rendah ST 37 bukanlah baja keras karena kandungan karbonnya sedikit. Baja ini disebut baja ringan atau baja perkakas dengan kandungan karbon di bawah 0,30% baja rendah karbon mengandung 10 hingga 30 kilogram karbon per ton, baja karbon rendah tahan lama dan mudah dibentuk dan dapat diproduksi dalam kondisi suhu tinggi dan produksi suhu rendah. Arti dari St berarti baja yang dalam bahasa Inggrisnya adalah Steel. Sedangkan angka 37 menunjukkan kekuatan tarik minimum 37 kg/mm².

Sifat baja ST 37 adalah baja karbon rendah yang sebanding dengan AISI 1045, dengan komposisi kimia, Karbon : 0,5% Silikon : 0,3%, Mangan 0,8% ditambah elemen yang lain. Kekerasan $\pm$ 170 HB, kekuatan tarik 650 – 800 N/mm². Umumnya, baja ST 37 bisa digunakan secara langsung tanpa perlakuan panas, kecuali diperlukan penggunaan khusus ([Saputra et al., 2014](#)).

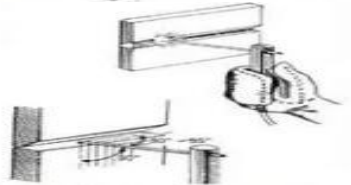
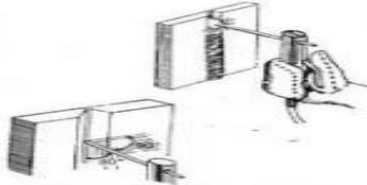
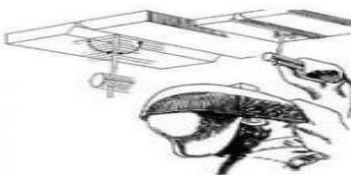
C. Posisi - Posisi Pengelasan

Posisi pengelasan atau postur pengelasan adalah penyesuaian elektroda dan arah gerak selama pengelasan. Posisi pengelasan merupakan faktor penentu keberhasilan pengerjaan las itu sendiri, oleh karena itu posisi pengelasan memiliki tingkat kesulitan yang tidak sama satu lain. Posisi las diasumsikan oleh tukang las biasanya tergantung posisi kampuh – kampuh atau posisi celah benda kerja yang hendak dilas. Adapun posisi pengelasan umumnya terbagi dalam empat posisi yaitu ([Nitya Santhiarsa & Budiarsa, 2008](#)):

1. Posisi Di bawah Tangan (*Downhand*)
Posisi di bawah tangan adalah posisi pengelasan yang dikerjakan pada bidang datar dan dikerjakan di bawah tangan. Posisi elektroda dengan sudut perjalanan 10° - 20° terhadap garis vertikal dan sudut kerja sebesar 90° terhadap benda kerja.
2. Posisi Mendatar (*Horizontal*)
Pengelasan posisi horizontal biasanya disebut dengan pengelasan merata di mana benda kerja tegak lurus dan orientasi elektroda mengikuti arah garis horizontal. Pada posisi ini perlu diperhatikan kemiringan dan arah ayunan elektroda. Karena, hal ini bakal mempengaruhi hasil las
3. Posisi Tegak (Vertikal)
Pengelasan dengan posisi tegak/vertikal adalah proses pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. kedudukan benda kerja tegak atau sedikit miring searah dengan gerak elektroda yakni naik atau turun
4. Posisi Di atas Kepala (*Overhead*)
Pengelasan dilakukan di atas kepala operator karena benda kerja berada di atas kepala operator. posisi ini lebih sulit dari posisi lainnya. Posisi las ini digunakan untuk pengelasan pada permukaan datar atau sedikit miring, tetapi posisi ini berada di atas kepala dan elektroda berada di bawah benda kerja. ([Mohammad et al., 2020](#))

Berikut posisi pengelasan dapat dilihat pada [tabel 1](#) dibawah ini :

Tabel 1. Posisi Pengelasan ([Duniawan, 2015](#))

Bentuk Pengelasan	Posisi Pengelasan
	Posisi dibawah tangan (1G)
	Posisi horisontal (2G)
	Posisi vertikal (3G)
	Posisi diatas kepala (4G)

D. Proses Pengelasan SMAW

Pengelasan yang umum digunakan dalam industri konstruksi adalah pengelasan dengan menggunakan proses pengelasan busur logam terlindung, atau biasa disebut dengan pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Metode SMAW sekarang banyak digunakan karena lebih praktis, mudah digunakan, dan dapat digunakan untuk semua jenis posisi las. ([Hamid, 2016](#))

Las SMAW adalah metode penyambungan logam menggunakan arus listrik sebagai sumber panas dan elektroda sebagai bahannya. Pengelasan SMAW biasanya dipilih karena prosesnya sederhana dan ekonomis, hasil pengelasannya bagus dari segi sifat mekanik dan fisik, dan biaya investasinya rendah. Namun, kelemahan dari produk sambungan ini, sangat tergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor ini termasuk tukang las, kecepatan pengelasan, besar arus dan elektroda. Arus yang digunakan untuk pengelasan mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas hasil pengelasan karena perubahan struktur akibat pendinginan, dan mempengaruhi kekuatan material. ([Disabella Dayera, Alfi Tranggono Agus Salim, 2022](#))

Proses pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding), juga dikenal sebagai *Electric Arc Welding* adalah proses pengelasan yang memanfaatkan panas untuk mencairkan logam atau material dasar dan elektroda (bahan pengisi). Panas yang dihasilkan oleh lonjakan ion listrik ini dapat mencapai 4000 °C hingga 4500 °C. Ada dua jenis sumber tegangan yang digunakan dalam pengelasan SMAW: AC (arus bolak-balik) atau arus bolak-balik dan DC (arus searah) / arus searah. Karena proses pengelasan dihasilkan oleh kontak antara ujung elektroda dan logam dasar, dalam proses pengelasan, korsleting terjadi ketika ujung elektroda dan logam dasar bersentuhan satu sama lain. Jika terjadi korsleting, tukang las harus menarik elektroda untuk menghasilkan busur. ([Januar, 2016](#)) Ini adalah lonjakan ion yang menghasilkan panas. Panas menyebabkan elektroda dan logam dasar menjadi cair, sehingga cairan elektroda dan cairan logam dasar dilebur membentuk logam las (weld metal). jumlah arus untuk pengelasan tergantung pada ukuran diameter dan jenis-jenis elektroda las. Pada penelitian ini menggunakan kuat arus sebesar 95 Ampere dan elektroda yang digunakan E6013 dengan diameter 3,2 mm

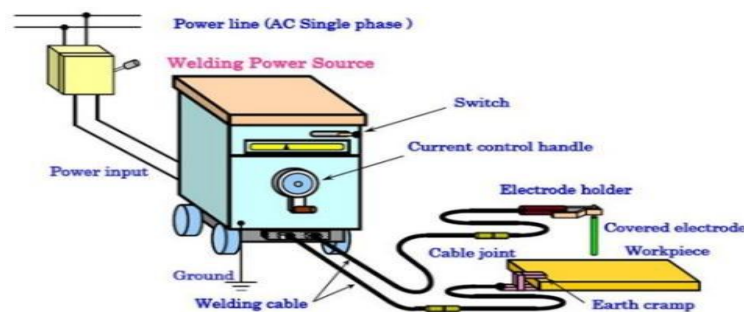
Dengan meningkatnya penggunaan arus listrik, maka proses pelelehan logam yang akan disambung menjadi lebih cepat. Efek dari arus tinggi adalah hasil rigi-rigi las bertambah lebar,. Jika material las tipis, dapat mengakibatkan material berlubang. Selain itu, pengaruh arus yang besar mempengaruhi struktur atom las akibat tingginya temperatur pada proses las, daerah las, atau biasa disebut daerah HAZ. Akibatnya, efek rekristalisasi di mana butir - butir muncul di daerah HAZ menjadi lebih besar. Bila butiran lebih besar akan mengurangi kualitas dan kekuatan sambungan las. Logam yang tidak dilas, tidak terpengaruh oleh struktur atom. Sebaliknya, bila arus yang digunakan terlalu kecil, panas yang dihasilkan juga akan kecil sehingga mempengaruhi pencairan logam yang disambung. Selain itu, efek arus kecil sering menyebabkan elektroda menempel/lengket pada benda kerja. (Azwinur et al., 2017)

E. Prinsip Kerja Pengelasan SMAW

Prinsip kerja pengelasan SMAW adalah sebagai berikut (Yunianto & Rusmawan, 2018) :

1. Saat mengelas dengan elektroda yang dibungkus, busur nyala listrik dihasilkan antara ujung elektroda dan logam dasar, dan energi panas dihasilkan.
2. Energi panas ini secara lokal melelehkan ujung kawat elektroda dan logam dasar.
3. Kedua bahan dasar yang melebur tersebut dicampurkan dengan logam cair dari kawat las (bahan pengisi) hingga membentuk kawah cair (weld pool), dilanjutkan dengan proses pembekuan (solidifikasi logam las). Pengelasan logam.

Ada dua jenis arus yang digunakan yaitu : Mesin Las AC (Arus Bolak-Balik) dan Mesin Las DC (Arus Searah). Dua polaritas tersedia untuk arus DC yaitu : *Direct Current Electrode Negative* (DCEN) dan *Direct Current Electrode Positive* (DCEP) (Fransiscus, 2019). Adapun prinsip pengelasan SMAW dapat dilihat pada [gambar 1](#) dibawah ini :



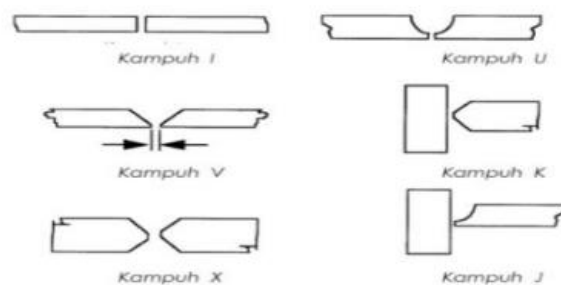
Gambar 1. Prinsip Kerja Pengelasan SMAW (Fransiscus, 2019)

F. Jenis – Jenis Kampuh

Kampuh las merupakan sebuah bentuk persiapan pada suatu sambungan pengelasan. Umumnya kampuh las ini akan ada pada saat sambungan tumpul, namun ada juga ditemui pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu untuk, memenuhi persyaratan kekuatan suatu sambungan sudut tersebut. (Siddiq et al., 2019) Posisi las dan sambungan kampuh yang tepat diperlukan untuk mendapatkan sambungan yang sangat baik. Kekuatan las sangat dipengaruhi oleh bentuk kampuh seperti pada [gambar 2](#). Berikut ini adalah beberapa jenis kampuh - kampuh las :

1. Kampuh I . kampuh I ada celah di antara plat yang hendak dilas, lebar cela bergantung pada ketebalan plat. .
2. Kampuh V tunggal. :
3. Kampuh V ganda
4. Kampuh V miring tunggal dan ganda
5. Kampuh U tunggal, kampuh U tunggal
6. Kampuh U ganda. Kampuh U ganda dibikint tertutup dan terbuka
7. Kampuh tumpang (overlap),
8. Kampuh T,
9. Kampuh sudut,

10. Kampuh las tepi.



Gambar 2. Bentuk-Bentuk Kampuh Pengelasan ([Juwanda et al., 2021](#))

G. Sifat Mekanik Material (Kekuatan)

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik menunjukkan kemampuan suatu material (termasuk komponen yang dibuat dari material ini tentunya) untuk menyerap beban atau gaya atau energi tanpa merusak bahan/komponen tersebut. Jika suatu material memiliki sifat mekanik yang sangat baik, tetapi sifat lainnya kurang baik, tindakan sering diambil untuk mengatasi cacat ini dengan berbagai cara. Misalnya, baja memiliki sifat mekanik yang baik (cocok untuk digunakan), tetapi ketahanan korosinya yang rendah sering meningkatkan ketahanan korosinya dengan mengecat, menggembleng, dan lain – lain. Jadi cari bahan korosif kuat lainnya, tidak perlu. Sejumlah sifat mekanik yang penting adalah ([Naharuddin et al., 2015](#)):

- Kekuatan (strength) adalah kemampuan suatu material untuk menyerap tegangan tanpa merusaknya. Kekuatan ini bervariasi tergantung pada jenis muatan yang beraksi: kekuatan tarik, kekuatan tekan geser, kekuatan puntir, kekuatan geser, dan kekuatan lentur.
- Kekerasan didefinisikan seperti kemampuan suatu material untuk menahan goresan, keausan, penetrasi. Karakter ini terkait dengan ketahanan aus. Kekerasan juga berkorelasi dengan kekuatan.
- Elastisitas adalah kemampuan suatu material untuk menyerap tegangan setelah dihilangkan tanpa menyebabkan deformasi permanen. Ketika stres diterapkan pada suatu objek, bentuknya berubah. ([Ismail & Fitrianto, 2019](#)) Jika tegangan operasi tidak melebihi batas tertentu, deformasi yang terjadi bersifat sementara dan deformasi menghilang dengan hilangnya tegangan, Namun, jika tegangan operasi melebihi batas ini, beberapa deformasi akan tetap ada bahkan setelah tegangan dihilangkan. Elastisitas juga menunjukkan besarnya deformasi elastis yang bisa terjadi sebelum terjadi perubahan bentuk yang permanen. Dengan kata lain, elastisitas menunjukkan kemampuan suatu material untuk kembali ke ukuran dan bentuk semula setelah mengalami tegangan yang menyebabkan deformasi. ([Asiri, 2022](#))
- Kekakuan menunjukkan kemampuan suatu material untuk menyerap tegangan dan regangan tanpa menyebabkan deformasi atau defleksi. Dalam beberapa kasus, kekakuan lebih penting daripada kekuatan.
- Plastisitas menunjukkan kemampuan suatu material untuk melewati sejumlah deformasi plastis (permanen) tertentu tanpa menimbulkan kelelahan. Sifat ini sangat penting untuk material yang diproses dalam berbagai proses pembentukan seperti penempaan, penggulangan dan ekstrusi. Sifat ini sering disebut sebagai daktilitis. Material yang dapat mengalami deformasi plastis disebut material ulet, yang sebagian besar bersifat ulet. Sebaliknya, material yang tidak menunjukkan deformasi plastis dikatakan memiliki daktilitis dan kerapuhan yang rendah. ([Shadaq & Hamdani, 2018](#))
- Ketangguhan adalah kemampuan suatu material untuk memperoleh energi tanpa menyebabkan kerusakan. Ini juga dapat digambarkan sebagai ukuran jumlah energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan benda kerja dalam kondisi tertentu. Karakteristik ini dipengaruhi oleh banyak faktor dan membuatnya sulit untuk mengukur karakteristik ini.

- g) Kelelahan adalah kecenderungan logam untuk patah di bawah beban berulang jauh di bawah batas kekuatan elastisnya. Sebagian besar kerusakan pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Oleh karena itu, kelelahan merupakan karakteristik yang sangat penting, tetapi juga sulit diukur karena banyak faktor yang mempengaruhinya.
- h) Merangkak (Creep) adalah kecenderungan logam untuk berubah bentuk secara plastis ketika material dikenai beban yang relatif konstan, yang besarnya merupakan fungsi waktu.

2. Sifat Material

Pada dasarnya, karakter material ialah reaksi material terhadap sesuatu beban. Seperti juga manusia, kodrat manusia adalah reaksi manusia terhadap apa yang dialaminya. Misalnya, reaksi seseorang terhadap kejutan yang tidak menyenangkan. Jika ia langsung marah, maka sifat orang tersebut adalah *moody*. Saat dia tenang dan mencoba mengendalikan amarahnya, sifat orang ini menjadi sabar. Demikian juga dengan material, Apabila, menerapkan beban kejut ke material. Jika material cepat rusak, sifat material itu adalah getas. Jika material itu jadi sangat bengkok, maka sifat materialnya ulet. Jika materialnya hanya sedikit bengkok, maka materialnya tahan lama/tangguh. Berdasarkan paparan material yang terkena, sifat material dapat dibagi dalam tiga kelompok sebagai berikut : [\(Suarsana, 2017\)](#)

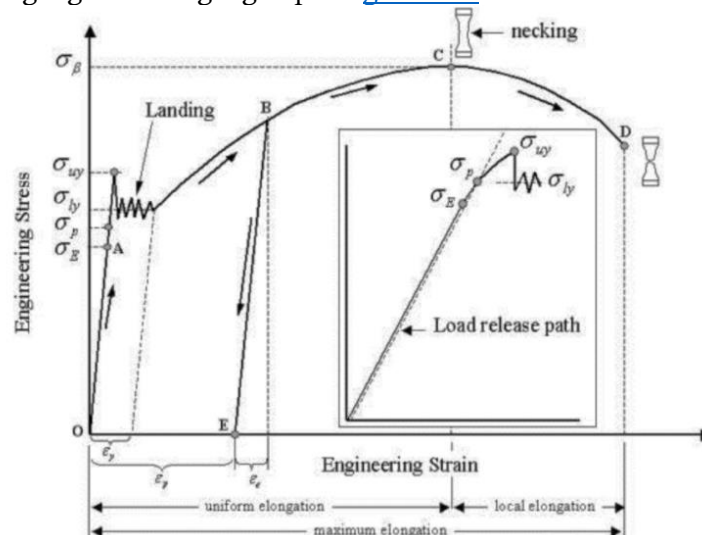
- a) Sifat mekanik, yaitu reaksi material terhadap tekanan mekanik.
- b) Sifat fisik, yaitu reaksi suatu material atas rangsangan fisik seperti cahaya, medan magnet, dan medan listrik.
- c) Sifat kimia, yaitu reaksi material pada zat kimia

3. Sifat Mekanik Material

Sifat Mekanik Material (Kekuatan). Sifat mekanik suatu material menggambarkan hubungan antara beban atau gaya yang diterapkan terhadap reaksi atau deformasinya. Jenis-jenis beban adalah sebagai berikut [\(Sofyan, 2021\)](#):

- a) Statik (beban yang berubah perlahan dari waktu ke waktu dan diterapkan secara merata ke seluruh penampang): tarik, tekan, geser, puntiran, tekuk
- b) Impak (regangan tiba-tiba).
- c) Dinamika (Beban variabel selama periode waktu tertentu)

Berikut diagram tegangan dan regangan pada [gambar 3](#) dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Tegangan dan Regangan [\(Paloboran Marthen & Yahya, 2021\)](#)

Penjelasan Diagram :

1. Proportional Batas
Titik O sampai A disebut daerah proporsional batas. di wilayah regangan ini menghasilkan regangan sebanding dengan tegangan yang diterapkan.

2. Elastic Limit
Titik A hingga B disebut luas dari batas elastis . Di area ini, material kembali ke bentuk aslinya ketika tegangan dihilangkan.
3. Yield Point
Jika tegangan dipertahankan di atas titik B, material akan memasuki kondisi plastis, dan ketika beban dihilangkan, material tidak akan dapat kembali ke titik B. Regangan akan meningkat dengan cepat, sedangkan tegangan akan naik perlahan hingga mencapai titik C, dan kemudian akan menurun sedikit hingga mencapai titik D. Saat proses pelunakan terhenti. Akibatnya, terdapat dua titik lulu yaitu, titik C dan titik D Tegangan yang bekerja pada titik putus ini disebut tegangan luluh (yield stres) ([Hartono et al., 2022](#)).
4. Ultimate stress
Titik tegangan ultimate (Titik E) didefinisikan sebagai beban terbesar dibagi dengan luas awal material, dan didefinisikan sebagai titik di mana tegangan maksimum terjadi.
5. Breaking stress
Akan ada proses necking setelah benda uji mencapai titik akhir, yang meliputi pengurangan luas penampang. Setelah itu tegangan turun sampai benda uji putus di titik F.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, di mana akan dibuat specimen yang selanjutnya diuji kekuatan las SMAW dengan kampuh I pada posisi pengelasan 1G dan 2G kemudian di perbandingan.

A. Alat dan Bahan

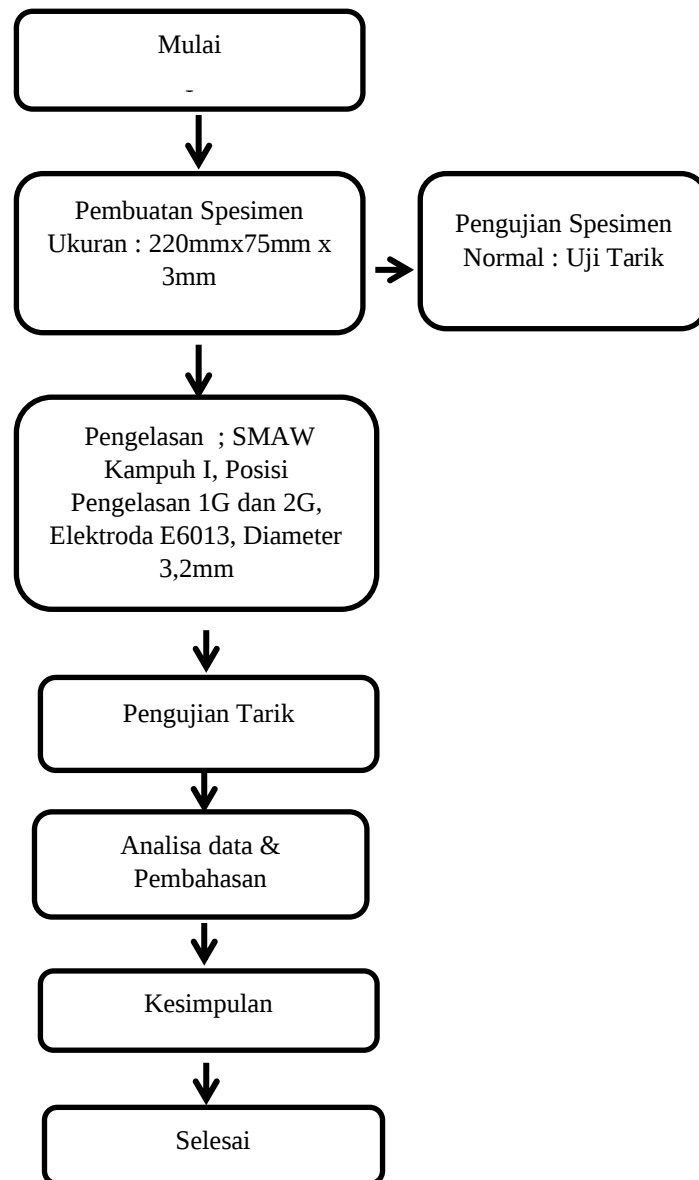
Alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mesin las SMAW dan kelengkapannya
2. Mesin uji tarik
3. Mesin gergaji/mesin potong
4. Jangka sorong dan mistar
5. Sikat baja
6. Stopwatch

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah Baja karbon ST 37 dengan ketebalan 3 mm dan Elektroda yang digunakan jenis E6013 dengan diameter 3,2 mm

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dapat dilihat pada diagram alir pada [gambar 4](#) di bawah ini :



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

C. Analisis Data Penelitian

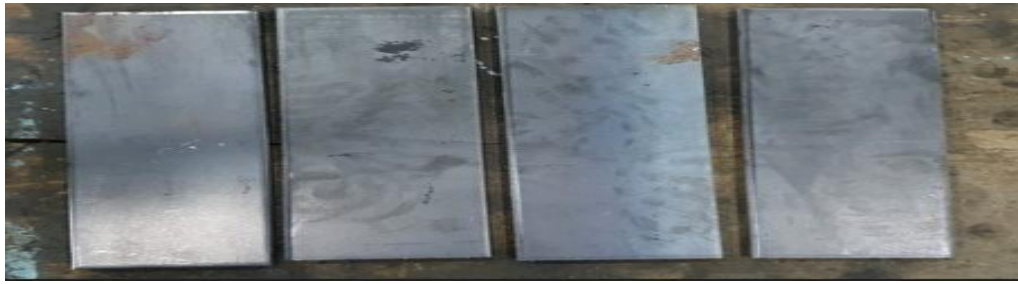
Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisis data dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan ke dalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan kampuh I

Pembuatan kampuh I dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pelat dipotong menggunakan mesin potong dengan ukuran spesimen : panjang 220 mm, Lebar 75 mm dan tebal 6 mm. ([lihat gambar 5](#))



Gambar 5. Baja karbon rendah yang dipotong sesuai ukuran diatas

2. Selanjutnya dilakukan pengelasan SMAW dengan arus 95 A, posisi pengelasan 1G dan 2G elektroda E6013 dengan diameter elektroda 3,2 mm. ([lihat gambar 6](#))



Gambar 6. Hasil pengelasan 1G dan 2G

3. Dibuat *root face* selebar 12,5 mm , panjang alur 100 mm, dan panjang total 200 mm secara merata dengan menggunakan mesin *frais* berikut hasil uji tarik pada [gambar 7](#) dibawah ini:.



Gambar 7. Hasil Uji Tarik Sampai Putus

B. Variasi uji tarik

Pada penelitian ini dilakukan pengujian hasil pengelasan atau spesimen dengan pengujian tarik (Tensile Test) menggunakan standar ASTM E8. dengan arus 95 A posisi pengelasan 1G dan 2G menggunakan elektroda E6013 diameter 3,2. Berikut data hasil percobaan uji Tarik.

1. Percobaan Uji Tarik Dalam Kondisi Normal / Tanpa Perlakuan

Pada [tabel 2](#) merupakan hasil pengujian tarik spesimen pengelasan pada kondisi normal atau tanpa adanya perlakuan:

Tabel 2.Hasil Uji Tarik Normal

Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji c\oba 1 Uji Normal	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6.	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	25329	N
Beban patah	19700	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

2. Percobaan uji tarik posisi pengelasan 1G

Pengujian uji tarik dengan posisi pengelasan 1G dilakukan sebanyak tiga kali pengujian hasilnya dapat dilihat pada [tabel 3](#), [tabel 4](#) dan [tabel 5](#):

Tabel 3. Hasil Uji Tarik Tes 1 , Posisi Pengelasan 1G

Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji coba 2 Posisi 1G	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	30084	N
Beban patah	13725	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

Tabel 4.Hasil Uji Tarik Tes 2 , Posisi Pengelasan 1G

Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji coba 3 Posisi 1G	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	30059	N
Beban patah	14441	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

Tabel 5. Hasil Uji Tarik Tes 3 , Posisi Pengelasan 1G

Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji coba 4 Posisi 1G	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	28025	N
Beban patah	9429	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

3. Percobaan uji tarik posisi pengelasan 2G

Pengujian uji tarik dengan posisi pengelasan 2G dilakukan sebanyak tiga kali pengujian hasilnya dapat dilihat pada [tabel 6](#), [tabel 7](#) dan [tabel 8](#):

Tabel 6.Hasil Uji Tarik Tes 1 , Posisi Pengelasan 2G

Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji coba 5 Posisi 2G	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	28221	N
Beban patah	4612	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

Tabel 7. Hasil Uji Tarik Tes 2 , Posisi Pengelasan 2G

Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji coba 6 Posisi 2G	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	28759	N
Beban patah	18740	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

Tabel 8. Hasil Uji Tarik Tes 3 , Posisi Pengelasan 2G

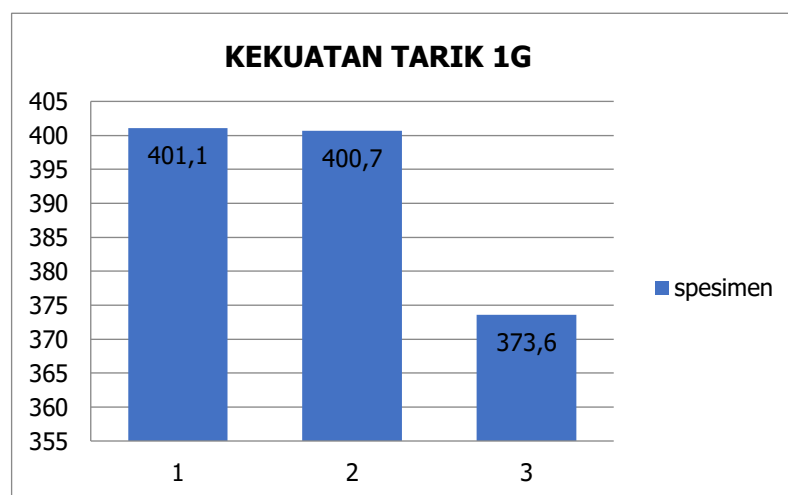
Laporan Hasil Uji Tarik		
Nama spesimen	Baja ST 37 Kampuh I	
Nama uji coba	Uji coba 7 Posisi 2G	
Tanggal uji cobaan	16/06/2022	
Display	Nilai	Satuan
Lebar	12.5	mm
Tebal	6	mm
Panjang	100	mm
Beban akhir	28349	N
Beban patah	4826	N
Kecepatan mesin	5	mm/min

C. Pembahasan Hasil Uji Tarik

Dari hasil penelitian yang terdapat pada tabel data di atas, hasil pengujian tarik (*Tensile Test*) menggunakan standar ASTM E8. Dengan sambungan las pada kampuh I dengan posisi pengelasan 1G dan 2G menggunakan elektroda E6013 berdiameter 3,2. Didapatkan nilai rata-rata pada [tabel 9](#) berikut ini :

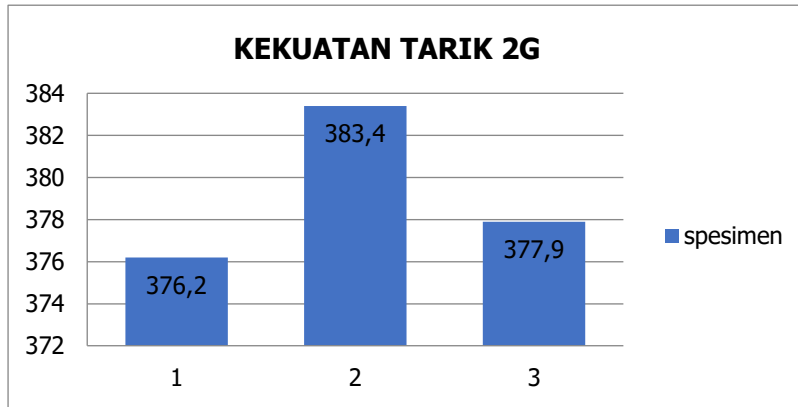
Tabel 9. Pembahasan Hasil Uji Tarik

Spesimen	1G	2G
	Kekuatan Tarik (Mpa)	Kekuatan Tarik (Mpa)
1	401,1	376,2
2	400,7	383.4
3	373,6	377.9
Rata-rata	391,8	379,1



Gambar 8. Kekuatan Tarik Posisi Pengelasan 1G

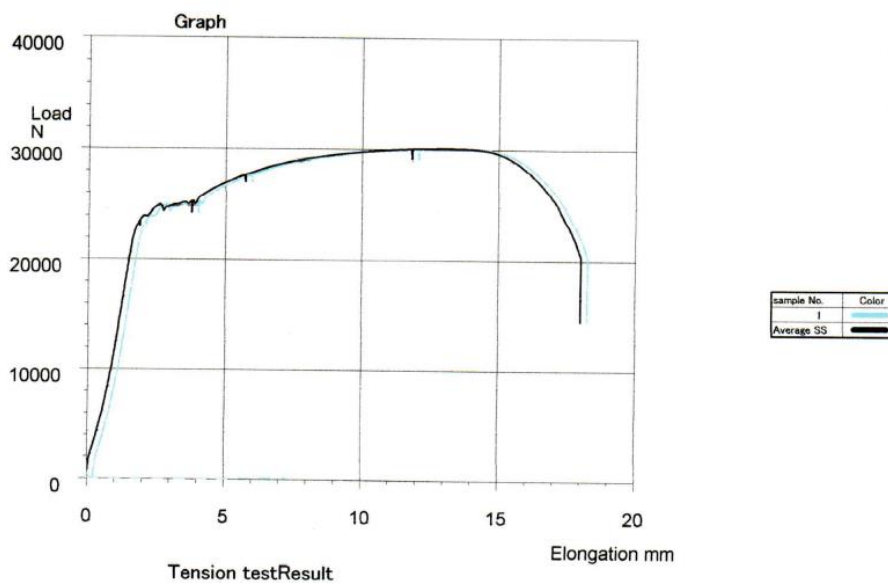
Pada [gambar 8](#) memperlihatkan nilai kekuatan tarik rata-rata pada pengelasan posisi 1G sebesar 391,8 MPa. Nilai kekuatan tarik spesimen 1 didapat angka yang paling tinggi dibanding spesimen 2 dan 3 yaitu 401,1 MPa, sementara spesimen 2 didapati angka 400,7 MPa, dan spesimen 3 didapatkan angka paling rendah yaitu angka 373,6 MPa.



Gambar 9 4. Kekuatan Tarik Posisi Pengelasan 2 G

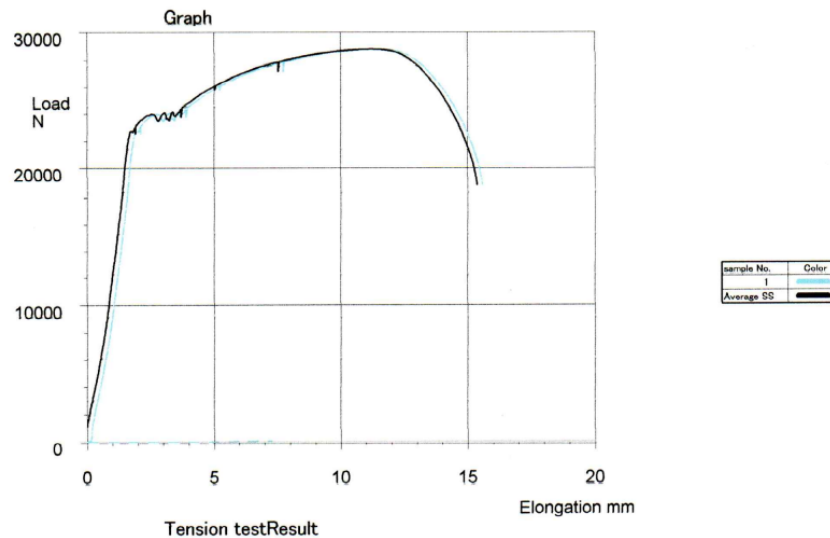
Pada [gambar 9](#) memperlihatkan nilai kekuatan tarik rata-rata pengelasan posisi 2G sebesar 379,1 MPa. Nilai kekuatan tarik spesimen 1 mendapat angka yang paling rendah yaitu 376,2 MPa, spesimen 2 didapati angka paling tinggi dibanding spesimen 1 dan 3 yaitu angka 383.4 MPa, dan spesimen 3 didapatkan angka 377.9 MPa.

Berikut ini hubungan kekuatan tarik terhadap perbandingan pengelasan SMAW untuk posisi 1 G dapat dilihat pada [gambar 10](#):



Gambar 50. Grafik kekuatan tarik terhadap perbandingan pengelasan SMAW posisi 1G

Selanjutnya untuk hubungan kekuatan tarik terhadap perbandingan pengelasan SMAW untuk posisi 2G dapat dilihat pada [gambar 11](#):



Gambar 61. Grafik kekuatan tarik terhadap perbandingan pengelasan SMAW posisi 2G

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan berdasarkan penelitian terhadap proses uji tarik dari hasil pengelasan SMAW posisi 1G dan 2G pada kampuh I dengan menggunakan baja ST 37 maka penulis berkesimpulan bahwa pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan posisi pengelasan 1G dan 2G pada kampuh I menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda, yang mana kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh sambungan las pada kampuh I dengan posisi pengelasan 1G dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 391,8 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada sambungan las pada kampuh I dengan posisi pengelasan 2G dengan nilai rata-rata sebesar 379,1 MPa dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa posisi pengelasan 1G pada kampuh I dengan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) yang lebih unggul/lebih kuat dibanding posisi pengelasan 2G pada kampuh I dengan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW).

REFERENSI

- Asiri, M. H. (2022). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Dari Beberapa Jenis Kampuh V, X, I pada Pengelasan SMAW terhadap Baja Karbon Medium. *Journal of Technology Process (JTP)*, 2(1), 22–32.
- Azis, S. A. B. D. (2019). *Pengaruh Sudut Kampuh Terhadap Kuat Bending Dan Kekerasan Hasil Pengelasan*. Universitas Tadulako.
- Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.372>
- Disabella Dayera, Alfi Tranggono Agus Salim, M. H. C. (2022). Karakteristik Sambungan Pengelasan SMAW 3G Plate Variasi Arus Listrik Material ST36. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, Vol. 7 No.
- Duniawan, A. (2015). Pengaruh Gerak Elektroda dan Posisi Pengelasan Terhadap Uji Kekerasan Dari Hasil Las Baja SSC 41. *Jurnal Teknologi*, 8(2), 128–134.
- Efendi, A. (2014). *Pengaruh variasi arus listrik dan posisi pengelasan terhadap uji kekuatan tarik pada pengelasan kampuh V bahan plat logam aluminium menggunakan pengelasan GMAW*. Universitas Negeri Malang.
- Fransiscus, T. J. (2019). *Modul Praktek Pengelasan Smaw*. Program Studi D-iii Teknik Mesin

- Politeknik Negeri Manado.
- Hamid, A. (2016). Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 26–36.
- Hartono, M., Hidayat, T., & Ardianti, A. D. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Arus Dan Sudut Kampuh V Pengelasan Metal Active Gas Terhadap Kekuatan Tekuk Dan Tarik Baja ST 37. *SPINDEL JURNAL: Jurnal Ilmu dan Terapan Teknik Mesin*, 1(1).
- Ismail, A. I., & Fitrianto, A. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Sudut Kampuh terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketangguhan Impact pada Material SS410 dengan Menggunakan Metode Las SMAW. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(2), 113–120.
- Januar, A. (2016). Kajian Hasil Proses Pengelasan MIG dan SMAW pada Material ST41 dengan Variasi Media Pendingin (Air, Collent, dan Es) Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(02).
- Juwanda, J., Saifuddin, S., & Marzuki, M. (2021). Analisa pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A 36. *Journal of Welding Technology*, 3(1), 6–11.
- Mohammad, S. N., Priyagung, H., & Unung, L. (2020). Analisa Struktur Mikro Pada Baja S35C Akibat Variasi Posisi Pengelasan SMAW. *Umsb*, 1(3), 107–115.
- Muddin, S., Juma, D., Syamsuddin, J., & Muhajir, M. (2021). Perbandingan Posisi 1G, 2G Dan 3G Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Smaw Dengan Model Kampuh V Dan Kampuh X. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 16(1), 20–23. <https://doi.org/10.47398/iltek.v16i1.587>
- Naharuddin, N., Sam, A., & Nugraha, C. (2015). Kekuatan tarik dan bending sambungan las pada material baja SM 490 dengan metode pengelasan SMAW dan SAW. *Jurnal Mekanikal*, 6(1).
- Nitya Santhiarsa, I., & Budiarsa, I. (2008). Pengaruh posisi pengelasan dan gerakan elektroda terhadap kekerasan hasil las baja JIS SSC 41. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 2(2), (107-111).
- Paloboran Marthen, & Yahya, M. H. (2021). *Mekanika Bahan Teknik Mesin* (P. Marthen (ed.)). Scopindo Media Pustaka.
- Saputra, Hendi, & Syarief, A. (2014). Analisis pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik baja st37 pasca pengelasan menggunakan las listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 3(2), 91–98.
- Shadaq, M. M. A., & Hamdani, H. (2018). Pengaruh Variasi Kampuh Terhadap Sifat Mekanis Hasil Pengelasan (TIG) Pada Baja ST. 60. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 2(1), 14–19.
- Siddiq, M., Nurdin, N., & Amalia, I. (2019). Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW. *Journal of Welding Technology*, 1(1), 11–16.
- Sofyan, B. T. (2021). *Pengantar Material Teknik*. Salemba Teknika.
- Suarsana, I. K. (2017). *Ilmu Material Teknik*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Yunianto, A., & Rusmawan, A. (2018). *Teknik Pengelasan Busur Manual* (T. Grasindo (ed.)). PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.