

ANALISIS PENGUJIAN PENETRANT PADA PENGELASAN GMAW BAJA KARBON RENDAH

Evans Wahyu Silaen¹, Ridho Kurniawan Saragih², Udur 1 Januari Huatabrat³

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan
evanswahyusilaen@students.polmed.ac.id¹, ridhokurniawansaragih@students.polmed.ac.id²,
udurhutabarat@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium ATB Politeknik Negeri Medan untuk menguji penetrant pada pengelasan GMAW pada baja karbon rendah. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap pengujian visual dan untuk mengetahui kuat arus yang terbaik pada pengelasan gmaw pada baja karbon rendah dengan ukuran lebar 300 mm, tinggi 150 mm dan tebal 5 mm. Metode yang dipakai adalah pengujian penetrant dengan posisi pengelasan 1G/mendatar dengan menggunakan variasi arus 80 A, 100 A dan 120 A.

Kata Kunci : GMAW, Metode *Liquid Penetrant*, Baja Karbon Rendah

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dari produksi bahan baku utama logam makin banyak digunakan, terutama dalam hal pemanfaatan las. Banyak sekali jenis logam yang bisa dimanfaatkan untuk las, bahkan hampir semua logam bisa dilas. Hal ini membuat pengelasan tidak bisa habis termakan oleh jaman akibat kemajuan teknologi kedepannya.

Proses pengelasan adalah metode yang digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih logam menjadi satu sambungan dengan menggunakan panas. Panas ini digunakan untuk melelehkan logam yang akan disambung dengan elektroda sebagai bahan tambahan atau filler. Elektroda ini akan meleleh bersama dengan logam kerja dan setelah mendingin, mereka akan membentuk satu kesatuan yang sulit dipisahkan dan membentuk logam las atau weld metal. Selama logam las masih dalam bentuk cair, ia akan dilindungi oleh terak atau slang untuk mencegah oksidasi dari udara luar dan menjaga kualitas logam las. Terak atau slang ini terbentuk dari bahan yang dilapisi pada elektroda. Kualitas sambungan las ini akan menentukan kualitas dari keseluruhan sambungan las. Meskipun terak memiliki kerapatan yang lebih rendah daripada logam las yang meleleh, terak biasanya berada di permukaan dan dapat dengan mudah dihilangkan setelah mendingin. Namun, pendinginan yang terlalu cepat dapat menyebabkan terak terperangkap sebelum naik ke permukaan.

Referensi DIN (*Deutsche Industrie Norman*), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair atau lumer. Dengan kata lain, las adalah menyambungkan beberapa batang logam secara lokal menggunakan energi panas. Menurut Alip (1989), mengelas adalah menyambung dua bagian atau lebih benda dengan menekan, memanaskan, atau menggabungkan keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan adalah proses penyambungan dua bahan logam sampai titik rekristalisasi, dengan atau tanpa bahan tambah, dan pencair bahan yang dilas dengan panas. Pengelasan juga dapat didefinisikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan. Ini bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membeku kembali, tetapi juga membuat lasan utuh dengan menambahkan bahan tambah atau elektroda saat benda dipanaskan. Ini memungkinkan lasan untuk memiliki kekuatan yang diinginkan dan memenuhi standar kualitas.

Kualitas merupakan suatu istilah relatif yang sangat bergantung pada situasi. Ditinjau dari pandangan konsumen, secara subjektif orang mengatakan kualitas adalah sesuatu yang cocok dengan selera (*fitness for use*). Produk dikatakan berkualitas apabila produk tersebut mempunyai kecocokan penggunaan bagi dirinya. Pandangan lain mengatakan kualitas adalah barang atau jasa yang dapat menaikkan status pemakai. Ada juga yang mengatakan barang atau jasa yang memberikan manfaat pada pemakai (*measure of utility and usefulness*). Kualitas barang atau jasa dapat berkenaan dengan

keandalan, ketahanan, waktu yang tepat, penampilannya, integritasnya, kemurniannya, individualitasnya, atau kombinasi dari berbagai faktor tersebut. Dalam pengelasan kualitas sangat penting karena keandalan, ketahanan sangat diperlukan, dalam proses pengecekan dapat dilakukan sebuah pengujian terhadap hasil lasan.

Pengujian NDT sangat penting di dunia industri karena dapat membantu untuk memastikan kualitas dan keandalan produk atau material sebelum digunakan atau dijual. Dengan melakukan pengujian NDT, para insinyur dan teknisi dapat mendeteksi cacat atau kelemahan pada material atau produk secara tidak merusak, sehingga dapat menghindari kegagalan yang mungkin terjadi pada produk atau material tersebut di masa depan. Hal ini dapat menghemat biaya dan waktu dalam jangka panjang, karena jika produk atau material ditemukan cacat atau kelemahan setelah digunakan atau dijual, maka akan memerlukan biaya dan waktu yang lebih besar untuk memperbaikinya atau bahkan menggantikannya. Selain itu, pengujian NDT juga dapat membantu untuk memastikan keselamatan dan keamanan di tempat kerja. Contohnya, pengujian NDT pada mesin atau peralatan di pabrik dapat membantu untuk mendeteksi keretakan atau kelemahan pada peralatan tersebut, sehingga dapat mencegah kecelakaan yang mungkin terjadi akibat kerusakan pada peralatan tersebut. Dalam industri tertentu seperti industri minyak dan gas, pengujian NDT menjadi sangat penting karena material dan peralatan yang digunakan harus dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrim dan memenuhi standar keselamatan yang tinggi. Oleh karena itu, pengujian NDT yang dilakukan secara teratur dapat membantu untuk memastikan bahwa material dan peralatan tersebut memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan dan dapat diandalkan dalam lingkungan yang ekstrim tersebut.

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pengelasan gmaw pada baja karbon rendah terhadap Pengujian penetrant
2. Berapa arus pengelasan yang terbaik pada baja karbon rendah?

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material digunakan adalah baja karbon rendah dengan tebal 5 mm
2. Parameter yang digunakan ialah 80A, 100A, dan 120A dan posisi 1G (mendatar)

TINJAUAN PUSTAKA

Juru las harus memahami jenis bahan yang akan dilas, seperti apakah bahan tersebut mengandung besi (*ferro*) atau tidak mengandung besi (*non ferro*). Mereka juga harus memperhatikan apakah bahan tersebut murni atau paduan. Mengetahui jenis bahan dan paduannya akan membantu Anda menentukan berbagai fase proses pengelasan: persiapan, pelaksanaan, proses, dan *finishing*. Selama tahap persiapan, pertimbangkan proses las (GMAW) yang digunakan, jenis gas pelindung yang digunakan, jenis elektroda yang digunakan, apakah ada *preheating* atau *postheating*, jenis polaritas yang digunakan (AC/DC+/DC-), besar atau kecilnya arus pengelasan, dan jenis nyala las untuk OAW. Semua ini dilakukan untuk menghasilkan pengelasan yang baik dengan kekuatan mekanis, kimiawi, dan lainnya yang sebanding dengan bahan dasar yang dilas. Pada saat pengelasan Dengan pengelasan yang baik ini, pengguna dan lingkungan akan dijamin keselamatan kerja dan umur konstruksi.

Asal usul penggunaan las untuk menyambung logam masih sulit dilacak dan diyakini berasal dari zaman perunggu. Pada tahun 3000 SM, bangsa Mesopotamia menggunakan proses solder lunak untuk menyolderkan tanduk rusa sebagai hiasan relief. Kemudian, sekitar dua ratus tahun kemudian, solder perak digunakan dalam pembuatan vas bunga di Entemene. Beberapa ahli berpendapat bahwa bangsa Mesir sudah mengenal cara menyambung logam dengan proses pemanasan dan penekanan sekitar 4000 tahun yang lalu. Salah satu bukti yang ditemukan di Lembah Kerajaan pada tahun 1922 menunjukkan bahwa peti jenazah Raja Tutankhamen yang diperkirakan dibuat sekitar tahun 1360 SM melibatkan proses pengelasan. Pada saat itu, proses yang digunakan adalah proses las tempa.

Kesuksesan dalam menangani pekerjaan las tidak hanya bergantung pada kondisi peralatan, tetapi juga ditentukan oleh keberadaan sumber daya manusia (SDM). SDM yang memiliki pengetahuan luas dan pengalaman yang banyak dalam bidang operator las sangat penting untuk mengatasi berbagai masalah dalam pekerjaan las. Keberhasilan pekerjaan las tidak hanya ditentukan oleh teknik

pengelasan, tetapi juga oleh langkah persiapan yang tepat dalam membuat pilihan dan keputusan. Dengan adanya SDM yang berpengetahuan luas dan berpengalaman, dapat ditemukan pilihan dan keputusan yang tepat yang sangat berkontribusi dalam menangani pekerjaan las, seperti pemilihan jenis elektroda, jenis salutan, ukuran elektroda, jenis bahan, bentuk alur sambungan, posisi pengelasan, teknik pengelasan, dan lain-lain yang semuanya berpengaruh pada efisiensi dan kualitas pekerjaan.

Alat-alat las busur menjadi populer setelah Bernades menggunakannya dalam praktek pada tahun 1885. Pada awalnya, Bernades menggunakan elektroda dari batang karbon atau grafit. Kemudian, pada tahun 1889, Zerner mengembangkan metode pengelasan busur baru dengan menggunakan busur listrik yang dihasilkan oleh dua batang karbon. Pada tahun 1892, Slavinoff menjadi orang pertama yang menggunakan kawat logam elektroda yang meleleh karena panas dari busur listrik. Selain penemuan Slavinoff dan Kjellberg dalam pengelasan busur dengan elektroda terbungkus, Thomson menciptakan proses las resistansi listrik pada tahun 1886, Goldschmitt menemukan las termit pada tahun 1895, dan Fouche dan Piccard mulai menggunakan las oksasi-asetilin pada tahun 1901. Pada sekitar tahun 1900, masa keemasan pertama untuk pengelasan logam dimulai. Pada tahun 1926, masa keemasan kedua muncul dengan penemuan las hidrogen atom oleh Lungumir, las busur logam dengan pelindung gas mulia oleh Hobart dan Dener.

Pada tahun 1950, terjadi masa keemasan ketiga yang masih berlangsung hingga saat ini. Pada masa ini, ditemukan berbagai metode las baru seperti las tekan dingin, las listrik terak, las busur dengan pelindung gas CO₂, las gesek, las ultrasonik, las sinar elektron, las busur plasma, las laser, dan masih banyak lagi.

Las MIG (*metal inert gas*) adalah bentuk pengembangan dari teknik pengelasan GMAW (*gas metal arc welding*). GMAW memiliki dua jenis gas pelindung, yaitu gas inert dan gas aktif, yang kemudian dikenal sebagai las MIG (*metal inert gas*) dan las MAG (*metal aktif gas*). GMAW atau yang sering disebut las MIG (Metal Inert Gas) pertama kali diperkenalkan di industri pada tahun 1940-an. Pada awal tahun 1950, Lyubavshkii dan Novoshilov memprakarsai pengembangan GMAW dengan menggunakan elektroda berdiameter lebih besar dan gas pelindung karbon dioksida (CO₂). Pengembangan ini menghasilkan percikan elektroda yang tinggi dan panas pada benda kerja. Pada akhir tahun 1950, terjadi perkembangan dalam teknologi sumber daya listrik dan penggunaan elektroda dengan diameter yang semakin kecil, yaitu 0,035" - 0,062" (0,9 - 1,6 mm).

Proses pengelasan mengalami pemanasan yang menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisis yang berpengaruh terhadap sifat mekanis dari bahan baku. Perubahan sifat ini dapat menyebabkan keretakan dan patah pada sambungan las, yang berdampak pada keamanan konstruksi mesin. Selain itu, posisi pemasangan sambungan las juga mempengaruhi keamanan konstruksi mesin karena setiap pengelasan memiliki permukaan dan akar yang luas penampangannya tidak sama, sehingga kekuatannya juga berbeda. Pembekuan cairan hasil pengelasan biasanya hanya sampai leher kampuh, sehingga pada akar las tidak terjadi penembusan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi voltage pada metode GMAW terhadap struktur mikro dan tegangan lentur secara face dan root bend pada sambungan kampuh V baja EMS 45.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan variasi voltage 24 Volt, 25 Volt, dan 26 Volt pada pengelasan GMAW baja EMS 45 dengan bahan pengisi/filler ER70S (AWS A5.18) dan kampuh V 70°. Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk grafik untuk kemudian disimpulkan.

Pengelasan GMAW ini adalah jenis las cair dengan menggunakan energi listrik yang dinamakan las busur listrik. Parameter las MIG ini juga jelas sertapenggunaan proses las ini juga lebih efisien dari proses pengelasan yang lain (Junus, 2011). Selama proses pengelasan berlangsung, gas dihembuskan ke daerah lasan untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Diameter kawat yang digunakan berkisar antara 1/32 sampai 1/4 in. (0,8 sampai 6,4 mm) tergantung pada ketebalan bagian logam yang akan disambung. Gas pelindung yang akan digunakan adalah gas

mulia seperti argon, helium, dan karbon dioksida. Pemilihan gas yang digunakan harus sesuai dengan logam yang akan di las, dan juga faktor-faktor yang lain. Gas mulia yang digunakan untuk paduan aluminium dan baja anti karat, sedang CO₂ biasanya digunakan untuk pengelasan baja karbon rendah atau medium. Penggunaan las busur gas banyak digunakan dalam pabrik untuk mengelas berbagai jenis logam *ferrous* dan *nonferrous* (Dewanto dkk, 2016).

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui diskontinuitas halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran. Dalam pelaksanaannya pengujian ini menggunakan sistem kapilaritas yaitu sistem merambatnya cairan ke permukaan melalui celah-celah kecil. Cairan yang digunakan adalah cleaner/remover, penetrant, dan developer. Liquid penetrant inspection mempunyai banyak keunggulan untuk memeriksa hasil lasan. Pemeriksaan dengan NDT harus diadakan untuk menjamin performansi awal dan kelanjutannya. *Penetrant test* adalah cara pemeriksaan lasan yang cukup serba guna dari segi tipe dan proses pengelasan untuk memeriksa berbagai aplikasi, tipe dan posisi pengelasan tanpa memerlukan keahlian yang rumit dan harga yang tidak terlalu mahal. Kelemahannya adalah tidak dapat mendeteksi cacat yang terperangkap di dalam hasil pengelasan (Wahyudi, 2015).

Penelitian Terdahulu

GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) atau yang sering disebut dengan las busur gas adalah metode pengelasan di mana gas digunakan untuk melindungi busur dan logam yang mencair dari atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung dapat berupa gas helium (He), gas argon (Ar), gas karbondioksida (CO₂), atau campuran dari gas-gas tersebut (Wirjosumarto, H., dan Okumura, T., 2000: 16). Menurut Widharto, S. (2007: 142), GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) adalah proses pengelasan listrik yang menggunakan busur listrik yang berasal dari elektroda yang terus-menerus dipasok dari suatu mekanisme ke kolam las.

Pengelasan GMAW adalah suatu proses pengelasan yang menggunakan gas CO₂ sebagai media pelindung weld metal dari pengaruh udara luar. Pengelasan ini menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversikan menjadi energi panas. Sementara plat baja AISI 1050 merupakan baja yang memiliki kadar karbon 0.50% sehingga tergolong dalam baja karbon sedang. Baja ini banyak digunakan di pasaran karena memiliki banyak keunggulan salah satunya adalah mempunyai sifat mampu las yang baik (*machinability*), *wear resistance*-nya (keausan) baik dan sifat mekaniknya yang baik juga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan kejut (impak) pada hasil pengelasan dengan menggunakan metode charpy pada proses las GMAW terhadap baja AISI 1050 dengan kampuh V sudut 70°. Variasi arus yang digunakan dalam proses pengelasan ini yaitu 100, 120 dan 140 Ampere. Dari pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kekuatan kejut (impak) tertinggi pada arus 100 Ampere menghasilkan nilai ketangguhan sebesar 2.36 joule/m². Sementara hasil pengujian dampak terendah pada arus 120 Ampere menghasilkan nilai ketangguhan sebesar 2.02 joule/mm². Hasil bentuk patahan setelah proses pengujian dampak menunjukkan benda uji pada arus 100 A patah mengalami patah ulet. Sementara pada arus 120 dan 140 Ampere mengalami patah campuran.

Pengelasan GMAW dilindungi oleh aliran gas pelindung yang dapat berupa gas aktif seperti karbondioksida (CO₂), sehingga disebut *Metal Active Gas* (MAG), atau gas argon (Ar), sehingga disebut *Metal Inert Gas* (MIG). Beberapa keunggulan dari GMAW adalah laju deposisi logam yang lebih tinggi, kecepatan pengelasan yang lebih tinggi, dan penetrasi yang lebih dalam jika menggunakan teknik nyala sembur. Namun, salah satu kerugian penggunaan GMAW adalah radiasi panas yang sangat tinggi. GMAW menggunakan arus tetap dan kecepatan pasok kawat yang tetap, sehingga jika posisi busur bergerak menjauh, elektroda akan memanjang keluar dan amperennya juga akan naik, sehingga panjang busur tetap.

Ada dua kategori utama proses pengelasan adalah lebur dan padat. Pengelasan lebur melebur permukaan yang akan disambung menggunakan panas; beberapa operasi menggunakan logam pengisi

dan yang lain tidak. Pengelasan padat menggunakan panas dan/atau tekanan untuk menyambung, tetapi tidak melebur pada logam dasar dan tidak memerlukan logam pengisi.

Pengelasan lebur dapat dikelompokkan, sebagai berikut:

1. pengelasan busur (*arc welding*, AW)
2. pengelasan resistansi listrik (*resistance welding*, RW)
3. pengelasan gas (*oxyfuel gas welding*, OFW)
4. proses pengelasan lebur yang lain

Penelitian Yang berjudul NDT Examination hasil pengelasan SMAW Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik unsur fluk dari ketiga elektroda dengan uji komposisi, mengetahui karakteristik unsur kawat inti beberapa ketiga elektroda dengan uji komposisi, mengetahui cacat las yang terjadi dari hasil pengelasan menggunakan ketiga elektroda dengan pengujian pengelasan.

Penelitian yang berjudul Analisis pengaruh *holding time* pada sifat fisik pengelasan SMAW baja astm-a36 menggunakan uji penetran. Pada penelitian ini Sifat fisik dari material yang diuji pada penelitian ini adalah uji penetran. Suhu *holding time* yang digunakan adalah 400 celcius selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

Penelitian yang berjudul Pengujian hasil las SMAW pada sambungan rangka e-motorbike dengan menggunakan metode *liquid penetrant*. Pada penelitian ini pada pengujian dilakukan pada sambungan komponen rangka meliputi; *head pipe*, *main pipe*, *back stay*, *seat rail* dan dudukan *seat rail*. Pengelasan menggunakan kelompok variasi arus 60 A, 80 A, dan 100 A.

METODE PENELITIAN

Metode eksperimental adalah pendekatan penelitian yang melibatkan pemberian perlakuan atau manipulasi pada variabel bebas dan pengukuran dampaknya terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini, perbedaan arus pengelasan menjadi variabel bebas yang dimanipulasi untuk melihat pengaruhnya terhadap efektivitas pengujian penetrant dan yang merupakan variabel terikat.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode observasi Metode observasi merupakan Teknik pengumpulan data dengan cara mengamati objek yang diamati melalui eksperimen, serta pendekatan observasi dilakukan untuk memperoleh informasi langsung hasil dari pengujian yang dilakukan dan pendekatan literatur digunakan untuk memperoleh informasi mengenai standar dari pengelasan dan pengujian penetrant Informasi yang digali bersumber dari jurnal penelitian, skripsi maupun buku yang berkaitan dengan pengelasan dan pengujian *liquid pentrant*.

Ada dua jenis proses pengelasan yang mampu mengalirkan panas yang besar. Yang pertama adalah las listrik, sedangkan yang kedua adalah las listrik gas atau GMAW (Gas Metal Arc Welding). Pengelasan GMAW memiliki konsentrasi busur yang tinggi dan elastisitas yang lebih baik daripada pengelasan lainnya (Wiryosumarto, H., dan Okumura, T., 2000: 224). Las GMAW terjadi ketika logam induk dan ujung elektroda meleleh bersama-sama karena panas yang diberikan. Proses ini berbeda dengan las tahanan, di mana logam yang akan disambungkan dijepit oleh elektroda dan dialiri arus listrik. Aliran listrik antara kedua elektroda harus melalui logam yang dijepit, sehingga panas terbentuk dan logam pada jepitan mencair dan tersambung.

Kualitas pengelasan yang baik tidak hanya dipengaruhi oleh parameter yang digunakan, tetapi juga oleh bahan yang digunakan. Salah satu bahan yang memiliki kemampuan pengelasan yang baik adalah baja karbon. Baja karbon memiliki berbagai spesifikasi, namun baja karbon sedang dan baja karbon tinggi sering mengalami keretakan pada hasil pengelasan karena sifat bahan yang keras dan kuat. Pengelasan yang menggunakan teknik las yang memiliki kekuatan yang sama dengan logam lasnya akan mudah mengalami patahan. Pada umumnya, bangunan konstruksi yang dilakukan dengan proses pengelasan sering mengalami kerusakan seperti patahan, melentur, cacat, atau kerusakan yang tidak diinginkan pada daerah sambungan las.

Untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan sifat mekanis pada baja karbon sedang, dilakukan pengujian struktur mikro dan uji lentur pada bahan mentah dan hasil pengelasan dengan variasi tegangan. Pada hasil pengelasan, posisi *face* dan *root* harus diuji untuk mendapatkan perbandingan kekuatan lentur yang lebih besar dan menentukan posisi pemasangan pada konstruksi mesin.

Adapun penelitian ini menggunakan spesimen atau material berupa baja karbon rendah dengan tebal 5 mm. Pada pengujian akan menggunakan 3 spesimen yang dilas menggunakan las gma dengan elektroda AWS: ER 70S-6 Diameter 1 mm, dengan 3 variasi arus yang didapatkan melalui proses pre test, dan dilakukan pengujian penetrant pada bagian depan dan belakang plat (A ke B dan C ke D) yang sudah dilas dengan 3 kali proses penyembroton cairan, yang pertama pengaplikasian cleaner untuk pembersihan, pengaplikasian cairan penetrant dengan waktu tunggu 5 – 15 menit lalu dibersihkan dan pengaplikasian cairan develover sebagai pengembang atau sebagai penarik cairan penetrant yang terjebak didalam retakan atau cacat dan diperiksa sesuai kreteria berdasarkan ASME section V articele 6 yang berisi sebagai berikut:

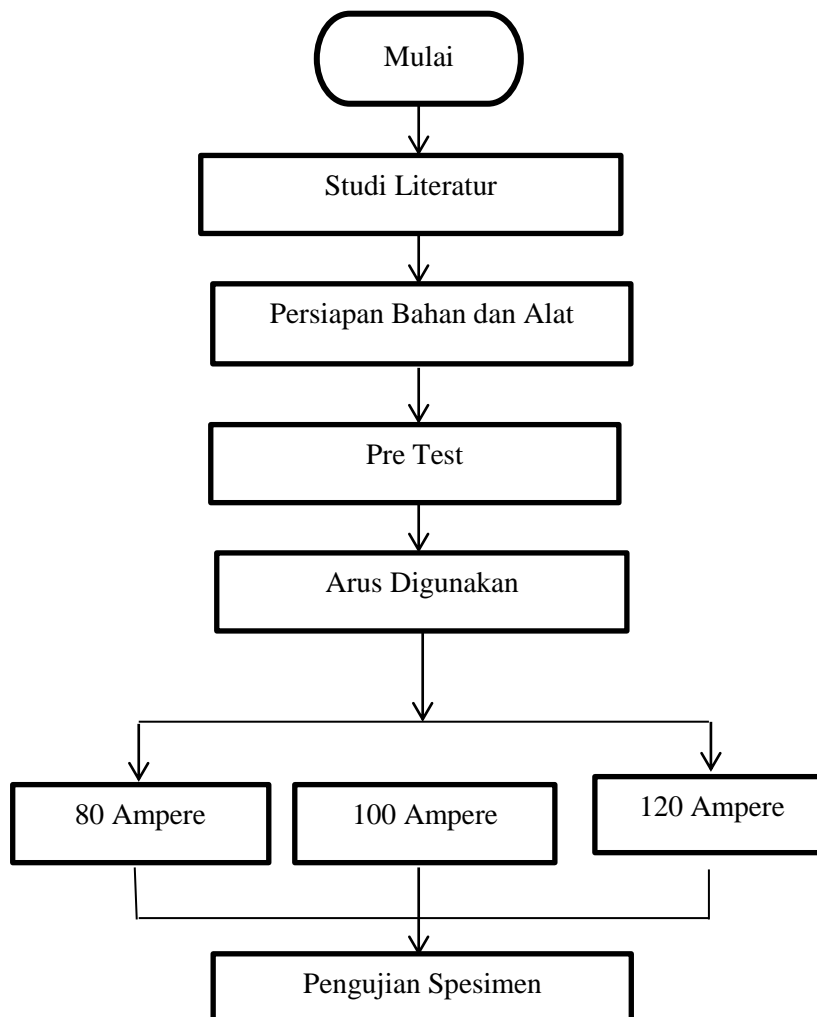
1. *Linear Indication*

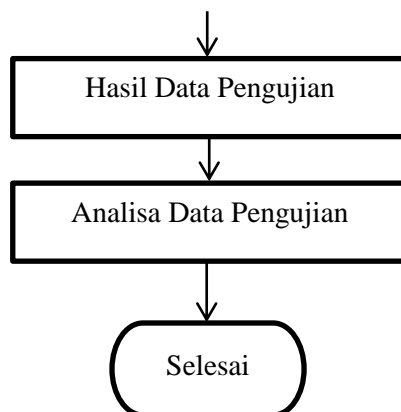
Indikasi linier cacat apabila ukuran panjangnya lebih besar dari tiga kali lebarnya ($L > 3W$)

2. *Rounded Indication*

Cacat yang berbentuk bulat atau elips dengan panjang kurang atau sama dengan tiga kalinya lebarnya ($L \leq 3W$). Material tersebut bisa ditolak bila memiliki 4 atau lebih indikasi yang tersusun dalam satu baris, dengan jarak antara indikasi kurang dari 1,6 mm

Untuk memahami rangkaian kegiatan penelitian, urutan pelaksanaan penelitian ini disampaikan dalam diagram alir kegiatan sebagai berikut:





Gambar 1. Alur Penelitian

Lokasi Penelitian:

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan, tepatnya di dua tempat yaitu:

1. Bengkel Mesin, Bengkel ini digunakan untuk proses pemotongan plat, dipilih karena memiliki fasilitas yang baik
2. lab ATB, digunakan untuk proses pengelasan dan pengujian serta proses menganalisis data yang diperoleh

HASIL DAN PEMBAHASAN**Tabel 1.** Kriteria Keberterimaan ASME section V article 6 Pada Spesimen 80 A Tampilan A ke B

No	Indikasi	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Cacat las	Ket	
					Accept	Reject
1.	Indikasi linier relevan (> 1.5 mm)	L 5,2mm W 1,5 mm	5 mm	Pengisian jalur kurang		✓
2.	Indikasi Rounded relevan (> 5 mm)	1 mm	285 mm	Porositas	✓	
		2 mm	290 mm	Porositas	✓	
		1 mm	295 mm	Porositas	✓	

Arus 80 ampere tampilan A ke B terdapat cacat las pada Indikasi linier relevan yaitu Pengisian jalur kurang pada jarak 5 mm dan dinyatakan tidak memenuhi standar keberterimaan.

Tabel 2. Kriteria Keberterimaan ASME section V article 6 Pada Spesimen 80 A Tampilan C ke D

No	Indikasi	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Cacat las	Ket	
					Accept	Reject
1.	Indikasi linier relevan (> 1.5 mm).	L 6 mm W 1mm	10 mm	Kurang peneterasi		✓
2.	Indikasi Rounded relevan (> 5 mm).	L 4,7 mm W 4 mm	5 mm	Kurang peneterasi	✓	
		0,5 mm	25 mm		✓	
		1 mm	40 mm		✓	
		1 mm	60 mm		✓	
	Indikasi linier relevan (> 1.5 mm).	L 6 mm W 1mm	10 mm	Kurang peneterasi		✓
	Indikasi Rounded relevan (> 5 mm).	L 4,7 mm W 4 mm	5 mm	Kurang peneterasi	✓	

	0,5 mm	25 mm	✓
	1 mm	40 mm	✓
	1 mm	60 mm	✓

Arus 80 ampere tampilan C ke D terdapat cacat las pada Indikasi linier relevan yaitu Kurang penetrasi ukuran L 6 mm W 1 mm pada jarak 10 mm dan dinyatakan tidak memenuhi standar keberterimaan.

Tabel 3. Kriteria Keberterimaan ASME section V artitel 6 Pada Spesimen 100 A Tampilan A ke B

No	Indikasi	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Cacat las	Ket	
					Accept	Reject
:	Indikasi Rounded relevan (> 5 mm)	1 mm	13 mm	Porositas	✓	
		1,5 mm	185 mm	Porositas	✓	
		0,5 mm	290 mm	Porositas	✓	
		1 mm	295 mm	Porositas	✓	

Arus 100 ampere tampilan A ke B terdapat cacat las pada Indikasi *Rounded* relevan yaitu porositas namun masih dalam standar keberterimaan.

Tabel 4. Kriteria Keberterimaan ASME section V artitel 6 Pada Spesimen 100 A Tampilan C ke D

No	Indikasi	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Cacat las	Ket	
					Accept	Reject
:	Indikasi Rounded relevan (> 5 mm)	3 mm	5 mm	Kurang Penetrasi	✓	
		1 mm	45 mm	Porositas	✓	
		1,5 mm	80 mm	Porositas	✓	
		1 mm	164 mm	Porositas	✓	
		1 mm	263 mm	Porositas	✓	
		1,5 mm	295 mm	Kurang Penetrasi	✓	

Arus 100 ampere tampilan A ke B terdapat cacat las pada Indikasi *Rounded* relevan yaitu porositas namun masih dalam standar keberterimaan.

Tabel 5. Standar Keberterimaan ASME section V artitel 6 Pada Spesimen 120 A Tampilan A ke B

No	Indikasi	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Cacat las	Ket	
					Accept	Reject
:	Indikasi Rounded relevan (> 5 mm)	4 mm	5 mm	Pengisian Jalur Kurang	✓	
		1 mm	42 mm	Porositas	✓	
		0,5 mm	145 mm	Porositas	✓	
		1,5 mm	160 mm	Porositas	✓	
		1 mm	210 mm	Porositas	✓	
		1 mm	273 mm	Porositas	✓	
		0,5 mm	290 mm	Porositas	✓	
		1 mm	295 mm	Porositas	✓	

Berdasarkan tabel diatas, menurut standar standar ASME section V article 6 metode pengujian penetrant test menyatakan bahwa pada spesimen dengan arus 120 ampere tampilan A ke B terdapat cacat las pada Indikasi Rounded relevan yaitu pengisian jalur kurang dan porositas namun masih dalam standar keberterimaan.

Tabel 6. Standar Keberterimaan ASME section V artitel 6 Pada Spesimen 120 A Tampilan C ke D

No	Indikasi	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Cacat las	Ket	
					Accept	Reject

: Indikasi Rounded relevan (> 5 mm).	2 mm	8 mm	Kurang Penetrasi	✓
	1,5 mm	270 mm	Kurang Penetrasi	✓
	2 mm	290 mm	Kurang Penetrasi	✓
	1 mm	88 mm	Porositas	✓
	0,5 mm	155 mm	Porositas	✓
	1,5 mm	165 mm	Porositas	✓
	1 mm	210 mm	Porositas	✓
	1 mm	275 mm	Porositas	✓

Berdasarkan tabel diatas, menurut standar standar ASME section V article 6 metode pengujian penetrant test menyatakan bahwa pada spesimen dengan arus 120 ampere tampilan A ke B terdapat cacat las pada Indikasi *Rounded* relevan yaitu pengisian jalur kurang dan porositas namun masih dalam standar keberterimaan.

SIMPULAN

Dari hasil penyusunan laporan tugas akhir mengenai pengujian penetrant pada pengelasan GMAW baja karbon rendah sehingga dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Pada pengujian pengujian penentran test pada spesimen 80 A, 100 A, 120 A mengalami beberapa jenis cacat las, dimana pada spesimen 80 A mengalami cacat las yang tidak dapat diterima (*reject*), seperti pengisian jalur kurang pada jarak 5 mm, maka dari hasil pengujian cacat las tersebut tidak dapat diterima berdasarkan standar ASME Section V article 6 dinyatakan *reject*.
2. Arus listrik terbaik berdasarkan dari pengujian yaitu arus listrik 100 ampere yang terdapat pada permukaan A-B dan C-D dimana pada spesimen terdapat paling sedikit cacat las.
3. Dalam pengelasan juru las harus kompeten dan bersertifikat dibidangnya, membandingkan lebih banyak variasi arus listrik, diharapkan membandingkan dengan pengujian *Destructiv Test* (DT) seperti uji tarik, uji bending dan kekerasan dan pengujian *Non Destructiv Test* (NDT) seperti *Magnetic Particle Test* dan *Radiography* untuk melihat cacat las pada bagian dalam lasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur karena berkat dan rahmat Yang Maha Kuasa penulis dapat menyelesaikan artikel ini, serta terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Medan, yang telah membantu partisipasi dalam kemudahan dalam menyelesaikan artikel ini. Dan tak lupa pula rasa terima kasih yang ingin disampaikan kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu penyelesaian penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung yaitu:

1. Abdul Rahman, S.E., Ak., M.Si., sebagai Direktur Politeknik Negeri Medan
2. Syiril Erwin, S.T., M.T., Ph.D., sebagai Ketua P3M Politeknik Negeri Medan
3. Dr. Roslina, M.I.T., selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Medan
4. M.Rikwan E.S. Manik, S.E., M.E., selaku Wadir II Politeknik Negeri Medan
5. Dr. Abdi Hanra Sebayang, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.
6. Udur 1 Januari Hutabarat, ST., M.T., selaku dosen pembimbing.
7. Serta teman teman yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhori, A. (2021). Analisis Cacat Hasil Pengelasan pada Baja Karbon Rendah Terhadap Pengaruh Masukan Panas Las. *SEMNASTEK*.
- Pambudi, F., Athallah, H., Abizar, H., & W, P. A. (2022). Analisis Pengujian Non Destructive Test Terhadap Hasil Cacat Las SMAW Menggunakan Metode Visual Test. *UST Jogja*, 23-32.
- Yusup, M. (2021). *Posisi Pengelasan Berdasarkan ASME dan ISO*. Diambil kembali dari [Slv.co.id:https://slv.co.id/posisi-pengelasan/](https://slv.co.id/posisi-pengelasan/).
- Sonawan, H.S. (2006). *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*. Bandung:

- Fachri Pambudi dkk, 2022. Analisa pengujian *Non Destructive Test* terhadap hasil cacat las SMAW menggunakan metode visual test.
- Wahyudi, m. t., & Kurniyanto, H. B. (2015). Pengembangan Materi Pembelajaran Mata Kuliah Teori Ndt. *Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*, 1-50.
- Nugroho, W. S. (2018). Memperbaiki Hasil Pengelasan. Jakarta: Kemnaker.