

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan SMAW telah digunakan sejak abad ke-19 dan tetap menjadi metode pengelasan yang populer hingga saat ini. Metode ini dikembangkan untuk menghadapi kebutuhan industri yang kompleks seperti produksi kapal konstruksi jembatan fabrikasi baja dan berbagai aplikasi industri lainnya. Salah satu keunggulan utama pengelasan SMAW adalah kesederhanaan dan fleksibilitasnya. Proses ini relatif mudah dipelajari dan tidak memerlukan peralatan yang mahal atau rumit. Elektroda yang digunakan dalam SMAW memiliki fluks yang meleleh saat dipanaskan memberikan perlindungan dari udara dan kontaminan atmosfer lainnya. Akibatnya pengelasan SMAW bisa dilakukan di lingkungan terbuka tanpa memerlukan gudang inert gas.

Keunggulan lainnya adalah fleksibilitas pengelasan SMAW dalam mengelas berbagai jenis logam termasuk baja karbon baja tahan karat baja nirkarat besi tuang dan banyak lagi. Ini menjadikannya pilihan yang ideal untuk berbagai proyek konstruksi dan perbaikan, Namun ada beberapa keterbatasan dari pengelasan SMAW. Proses ini memiliki kecepatan pengelasan yang relatif lambat dan tidak cocok untuk pengelasan logam-tipis dan tipis karena cenderung meninggalkan penempaan yang lebih besar dan panas yang berlebihan. Selain itu kemampuan mengelas SMAW juga terbatas pada posisi pengelasan yang terbatas seperti pengelasan horizontal atau vertikal.

Meskipun keterbatasan ini pengelasan SMAW tetap menjadi salah satu

metode pengelasan yang paling sering digunakan di berbagai industri. Dengan melibatkan penggunaan elektroda berlapis yang dilapisi dengan fluks SMAW dapat menghasilkan pengelasan yang kuat tahan lama dan dapat diandalkan untuk berbagai aplikasi. Keandalannya selama bertahun-tahun telah membuktikan nilai pentingnya dalam menciptakan struktur peralatan dan produk berkualitas tinggi.

Baja karbon rendah SS400 adalah salah satu jenis baja struktural yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi manufaktur dan konstruksi. Baja SS400 memiliki karakteristik utama yaitu kekuatan tarik yang tinggi ketangguhan yang baik dan kekuatan lentur yang baik. Baja ini tergolong dalam kategori baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0.25%. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah memastikan keseimbangan antara kekuatan tarik dan kekerasan material. Baja karbon rendah SS400 sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik yang tinggi namun resiko kekerasan yang tinggi juga dapat menyebabkan retakan atau patah pada material. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengangkat judul **“STUDI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN KETANGGUHAN ANTARA LAS LISTRIK DENGAN LAS ASITELIN TERHADAP BAJA SS400”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini ialah :

1. Bagaimana perbandingan ketangguhan baja SS400 yang dihasilkan dari proses pengelasan listrik dan asetilen?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi ketangguhan dan hasil pengelasan pada kedua metode tersebut?
3. Bagaimana pengaruh variasi metode pengelasan terhadap kualitas hasil las pada baja SS400?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Untuk mengetahui Perbandingan ketangguhan terhadap baja SS400 pada pengelasan listrik dan asitelin.
2. Untuk mengetahui kekuatan uji tarik pada sambungan las dengan studi eksprimental perbandingan ketangguhan antara las listrik dan las asitelin terhadap baja SS400.
3. Untuk mengetahui seberapa pengaruh kekuatan las listrik dan las asitelin terhadap baja SS400.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini:

1. Pengembangan Teknologi Pengelasan

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai kelebihan dan kekurangan antara pengelasan listrik dan asetilen, yang dapat digunakan untuk memilih metode pengelasan yang tepat dalam industri.

2. Peningkatan Kualitas Produk

Dengan mengetahui ketangguhan dan kekuatan hasil pengelasan, diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan daya tahan produk yang dihasilkan dari baja SS400.

3. Pendidikan dan Penelitian Lanjutan

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dan peneliti lain dalam bidang teknik mesin, metallurgi, dan rekayasa material.

4. Dasar Kebijakan Industri

Penelitian ini dapat memberikan masukan bagi pelaku industri dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan metode pengelasan yang optimal.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap dalam jalur yang seharusnya, maka penelitian mengenai hal ini harus diberi batasan. Adapaun ruang lingkup batasan masalah tersebut adalah :

1. Jenis Material:

Penelitian ini hanya akan menggunakan pelat baja SS400 sebagai material

uji, tanpa memtarikkan dengan jenis baja lainnya.

2. Metode Pengelasan:

Fokus penelitian terbatas pada dua metode pengelasan, yaitu pengelasan listrik dan pengelasan asetilin.

3. Parameter Pengujian:

Parameter yang akan diuji dalam penelitian ini meliputi ketangguhan tarik tanpa mempertimbangkan parameter mekanis lainnya.

4. Kondisi Pengujian:

Pengujian akan dilakukan pada kondisi lingkungan yang terkontrol, seperti suhu dan kelembapan, dan tidak akan mengeksplorasi pengaruh lingkungan ekstrim terhadap hasil las.

5. Proses Pengelasan:

Penelitian ini tidak akan membahas proses persiapan dan perlakuan awal pada bahan las sebelum proses pengelasan, fokus hanya pada hasil setelah pengelasan selesai.

6. Variasi Parameter:

Penelitian ini akan membatasi variasi parameter pengelasan, seperti arus dan kecepatan pengelasan, pada rentang tertentu untuk menjaga konsistensi hasil.

7. Analisis Hasil:

Hasil analisis akan dibatasi pada Perbandingan ketangguhan dan struktur mikro dari kedua metode pengelasan yang diuji, tanpa membahas aplikasi praktis dari hasil penelitian ini dalam industri.

1.6 Sistematika Penulisan

1. Pendahuluan Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. Tinjauan pustaka

Pada bab ini menerangkan teori-teori yang mendukung judul dan mendasari pembahasan secara detail. Tinjauan pustaka dapat berupa model yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

3. Metode penelitian

Pada bab ini menguraikan tahapan-tahapan sistematis yang digunakan untuk melakukan kajian penelitian. Tahapan-tahapan tersebut merupakan kerangka yang dijadikan pedoman penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Tahapan tersebut dimulai dari waktu dan tempat penelitian serta alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian.

4. Hasil dan kesimpulan

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan dari Studi Eksperimental Antara Las Listrik dengan Las Asitelin Terhadap Kekuatan dan Ketangguhan Pada Pelat Baja SS400.

5. Penutup

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan apa yang diambil oleh penulis dalam penelitian skripsi, serta memberikan saran-saran terhadap Studi Eksperimental Antara Las Listrik dengan Las Asitelin Terhadap Ketangguhan Pada Pelat Baja SS400. yang dibuat agar tetap bermanfaat dan dapat digunakan seutuhnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan

Pengelasan merupakan teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Menurut Deutsche Industry Normen (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas.

Menurut Muh, Nurkolis (2018), las dalam kerja diklasifikasikan menjadi 3 yaitu : Pengelasan Cair (las gas, las listrik termis, las listrik terak, las listrik elektron, las listrik gas, las listrik plasma), Pengelasan Plasma (las resistensi listrik, las tekan gas, las titik, las tempa, las penampang, las gesek, las busur tekan, las ledakan, las tekan, las induksi, las tumpul tekan, las ultrasonik), dan Pematrian.

1. Prinsip Dasar Pengelasan

Pengelasan melibatkan penggunaan panas untuk mencairkan bahan dasar (material yang akan disambung) serta bahan pengisi, jika digunakan. Saat material mendingin dan mengeras, terbentuklah sambungan yang kuat. Beberapa metode pengelasan juga menggunakan tekanan, baik dengan atau tanpa panas, untuk menyatukan material. Dalam proses ini, panas dapat dihasilkan melalui berbagai sumber seperti busur listrik, nyala api gas, sinar laser, atau gesekan.

2. Jenis-Jenis Pengelasan

Terdapat berbagai macam teknik pengelasan, yang dapat dibedakan berdasarkan sumber panas, penggunaan bahan pengisi, dan jenis material yang disambung. Beberapa metode pengelasan yang umum digunakan antara lain:

- a. Las Listrik (Electric Arc Welding) merupakan salah satu teknik pengelasan yang paling banyak digunakan di industri. Metode ini menggunakan busur listrik yang dihasilkan antara elektroda dan material dasar untuk mencairkan material dan elektroda sebagai bahan pengisi. Ada beberapa varian dari las listrik, termasuk:
 - SMAW (Shielded Metal Arc Welding): Menggunakan elektroda berlapis yang menciptakan pelindung gas untuk melindungi las dari oksidasi.
 - MIG (Metal Inert Gas) Welding: Menggunakan elektroda kawat yang diberikan secara terus-menerus dan gas inert seperti argon untuk melindungi busur las.
 - TIG (Tungsten Inert Gas) Welding: Menggunakan elektroda tungsten yang tidak habis dan gas inert untuk menghasilkan lasan yang bersih dan berkualitas tinggi.
- b. Las Asetilin (Oxy-Acetylene Welding) adalah metode pengelasan yang menggunakan campuran gas asetilin dan oksigen untuk menghasilkan nyala api yang sangat panas. Nyala api ini digunakan untuk mencairkan tepi material yang akan disambung, dengan atau tanpa penggunaan bahan pengisi. Las asetilin banyak digunakan

dalam pekerjaan pemotongan logam, perbaikan, dan pengelasan logam tipis.

- c. Las Gas (Gas Welding), Selain las asetilin, ada berbagai jenis las gas lain yang menggunakan kombinasi gas yang berbeda, seperti las oksihidrogen (oxy-hydrogen) dan las oksipropana (oxy-propane). Namun, las asetilin tetap yang paling populer karena suhu nyala apinya yang tinggi.
- d. Las Gesekan (Friction Welding) adalah metode pengelasan yang menggabungkan material dengan menghasilkan panas melalui gesekan antara permukaan material yang akan disambung. Proses ini sering digunakan untuk menyambung material yang berbeda jenis, seperti baja dengan aluminium.
- e. Las Laser (Laser Beam Welding) menggunakan sinar laser berenergi tinggi untuk mencairkan material dasar. Teknik ini dikenal karena presisinya yang tinggi dan kemampuan untuk mengelas material yang sangat tipis atau kompleks.

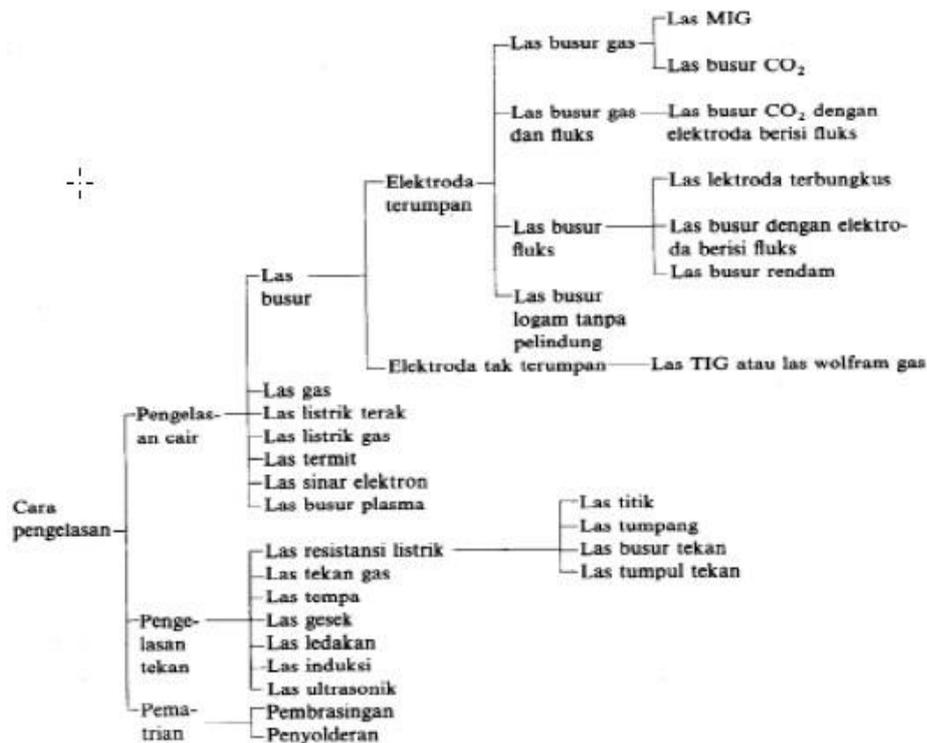
2.2 Klasifikasi Cara Pengelasan

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara tersebut pada waktu ini dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya.

Berdasarkan klasifikasi cara kerja pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu :

1. Pengelasan cair (welding) adalah proses penyambungan sebuah logam dimana untuk menyambungkan logam pertama-tama dipanasi sampai logam tersebut mencair, mencairnya logam tersebut diakibatkan dari panas yang berasal dari busur listrik.
2. Pengelasan tekan (grazing) adalah proses penyambungan sebuah logam dimana logam tersebut pertama-tama dipanaskan lalu setelah logam tersebut mencair kemudian diberikan tekanan hingga kedua logam tersebut menyatu.
3. Pematiran (soldering) adalah proses penyambungan sebuah logam dimana logam pada sambungannya diberi logam yang mempunyai titik cair yang lebih rendah dari logam yang akan disambung, sehingga logam induk yang akan disambung tidak mencair.

Diantara beberapa cara klasifikasi tersebut di atas, kelihatannya klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih banyak digunakan, karena itu pengklasifikasian yang diterangkan berdasarkan pada cara kerja dapat dilihat pada gambar:



Gambar 2.1 Klasifikasi Pengelasan

Sumber : Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelasan*

Logam. Jakarta:Pradnya Paramita.

2.3 Las Listrik

Pengelasan listrik adalah salah satu teknik pengelasan yang paling umum digunakan di industri untuk menyambung logam. Teknik ini menggunakan energi listrik untuk menghasilkan panas yang cukup tinggi untuk mencairkan logam di area yang akan disambung. Saat logam cair mendingin dan mengeras, terbentuklah sambungan yang kuat. Pengelasan listrik menawarkan fleksibilitas dan efisiensi dalam berbagai aplikasi, mulai dari perbaikan sederhana hingga produksi industri berskala besar. Pengelasan listrik bekerja dengan menciptakan busur listrik antara elektroda (yang bisa berupa batang logam atau kawat) dan material yang akan disambung. Busur listrik ini menghasilkan suhu yang sangat

tinggi, biasanya lebih dari 3.000°C , yang cukup untuk mencairkan logam dasar dan elektroda (jika menggunakan elektroda yang habis). Proses pencairan ini memungkinkan material untuk menyatu, dan ketika mendingin, terbentuklah sambungan yang solid.

- Prinsip Kerja Las Listrik

Pada las listrik, aliran arus listrik yang kuat digunakan untuk menciptakan busur listrik yang sangat panas (sekitar 3.000°C atau lebih). Busur listrik ini meleburkan logam dasar pada titik sambungan. Dalam banyak jenis las listrik, elektroda yang digunakan dapat berfungsi ganda: sebagai sumber panas dan sebagai pengisi yang ditambahkan untuk memperkuat sambungan.

- Jenis-jenis Las Listrik

a. Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding).

Dikenal juga dengan nama Stick welding. Pada metode ini, elektroda yang dilapisi dengan fluks digunakan untuk menghasilkan busur listrik.

Elektroda ini meleleh dan membentuk material pengisi, sedangkan fluks di elektroda membantu melindungi logam cair dari kontaminasi udara dengan menghasilkan gas pelindung.

Kelebihan:

- Sederhana dan relatif murah.
- Dapat digunakan untuk pengelasan di luar ruangan, karena dapat bertahan dengan angin.
- Cocok untuk pengelasan logam tebal.

Kekurangan:

- Prosesnya lebih lambat.

- Menghasilkan banyak percikan dan asap.

b. Las MIG (Metal Inert Gas) Welding

Las MIG menggunakan kawat pengisi yang kontinu dan dilindungi oleh gas pelindung seperti argon atau campuran argon dan karbon dioksida. Pada proses ini, kawat elektroda berfungsi sebagai pengisi sambungan, sedangkan gas pelindung melindungi area las dari oksidasi dan kontaminasi.

Kelebihan:

- Pengelasan lebih cepat dan efisien.
- Hasil las lebih bersih dengan sedikit percikan.
- Cocok untuk pengelasan logam tipis dan untuk pengelasan otomatis.

Kekurangan:

- Membutuhkan peralatan yang lebih mahal.
- Tidak dapat digunakan di luar ruangan karena gas pelindung bisa terpengaruh angin.

c. Las TIG (Tungsten Inert Gas) Welding

Las TIG menggunakan elektroda tungsten yang tidak meleleh untuk menghasilkan busur listrik. Kawat pengisi ditambahkan secara manual sesuai kebutuhan sambungan. Gas pelindung, seperti argon atau helium, digunakan untuk melindungi logam las dari kontaminasi.

Kelebihan:

- Pengelasan sangat bersih dan presisi.
- Cocok untuk pengelasan logam tipis dan bahan yang sulit dilas seperti titanium dan aluminium.

Kekurangan:

- Proses yang lebih lambat dan membutuhkan keterampilan tinggi.
- Memerlukan peralatan yang lebih mahal dan kompleks.

d. Las FCAW (Flux-Cored Arc Welding)

Pada metode ini, kawat pengisi yang mengandung fluks digunakan untuk melindungi busur listrik dan logam las dari kontaminasi udara. FCAW sangat mirip dengan MIG, namun menggunakan kawat pengisi berfluks sebagai pengganti kawat tanpa fluks yang digunakan dalam MIG.

Kelebihan:

- Menghasilkan las yang lebih cepat dibandingkan SMAW.
- Dapat digunakan untuk pengelasan di luar ruangan.

Kekurangan:

- Dapat menghasilkan lebih banyak percikan dibandingkan MIG.

- Proses Pengelasan Las Listrik

a. Persiapan Material

Permukaan material yang akan dilas perlu dibersihkan dari kotoran, minyak, atau karat agar sambungan las lebih kuat dan bersih.

b. Pengaturan Alat

Pemilihan elektroda yang tepat sesuai dengan jenis material dan ketebalan yang akan dilas sangat penting. Setelan arus listrik juga harus disesuaikan.

c. Penyambungan

Busur listrik dibentuk antara elektroda dan material yang akan dilas.

Logam dasar akan meleleh, dan jika digunakan kawat pengisi, kawat tersebut akan mengalir untuk memperkuat sambungan.

d. Pendinginan

Setelah las selesai, sambungan dibiarkan mendingin. Proses pendinginan bisa dibantu dengan air atau udara untuk mempercepatnya.

- Kelebihan Las Listrik

a. Fleksibilitas

Dapat digunakan pada berbagai macam logam dan ketebalan material.

b. Efisiensi Waktu

Terutama pada proses las MIG dan TIG, proses pengelasan cenderung lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya.

c. Kekuatan Sambungan

Las listrik menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama.

d. Kemudahan Penggunaan

Beberapa jenis las listrik seperti SMAW lebih mudah digunakan dan dapat dipelajari dengan cepat.

- Kekurangan Las Listrik

a. Asap dan Percikan

Proses pengelasan dapat menghasilkan percikan api dan asap yang dapat membahayakan pekerja jika tidak dihindari dengan perlindungan yang tepat.

b. Penggunaan Energi

Beberapa jenis pengelasan listrik, seperti TIG dan MIG, memerlukan peralatan yang lebih mahal dan membutuhkan pasokan energi yang cukup besar.

c. Keterbatasan pada Kondisi Lingkungan

Beberapa jenis pengelasan listrik (misalnya MIG dan TIG) tidak dapat digunakan di luar ruangan, terutama jika ada angin yang bisa mempengaruhi gas pelindung.

- Aplikasi Las Listrik

a. Konstruksi

Las listrik banyak digunakan dalam konstruksi baja untuk menyambung bagian-bagian struktur bangunan dan jembatan.

b. Otomotif

Untuk pembuatan dan perbaikan komponen kendaraan bermotor.

c. Industri Manufaktur

Digunakan dalam produksi berbagai mesin dan peralatan industri.

d. Pembuatan dan Perbaikan Pipa

Las listrik digunakan untuk menyambung pipa logam dalam berbagai aplikasi industri.

2.4 Las Asetilen

Pengelasan Oxy-Acetylene merupakan “proses pengelasan secara manual dengan pemanasan permukaan logam yang akan dilas sampai mencair oleh nyala gas” Acetylene melalui pembakaran C_2H_2 dengan gas O_2 dengan atau tanpa logam pengisi. Proses penyambungan dapat dilakukan dengan tekanan (ditekan). Pembakaran gas C_2H_2 oleh oksigen (O_2) dapat menghasilkan suhu yang sangat tinggi sehingga dapat mencairkan logam untuk mendapat nyala api “yang baik perlu pengaturan campuran gas yang dibakar. Jika jumlah gas O_2 ditambah maka akan dihasilkan suhu yang sangat tinggi, lebih tinggi daripada suhu titik lebur baja

atau metal lainnya sehingga dalam waktu sekejap mampu mencairkan logam” yang cukup tebal. Oleh karena itu, jenis las ini sangat baik untuk memotong logam dan kurang baik apa bila digunakan untuk baja paduan misalnya stainless steel yang sangat peka terhadap oksidasi. Gas asetilin memiliki beberapa keuntungan yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.1 Keuntungan Gas Asetilin

Sifat	Gas Oksigen	Gas BahanBakar			
		Asetilin	Propane	Methan	Hidrogen
Rumus Kimia	O ₂	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	CH ₄	H ₂
Massa Jenis(kg/m ³)	1	1,17	1,88	0,67	0,09
Titik Didih (°C)	-183	-84	-42	-162	-253
Temp. Kritis(°C)	-	35	97	-82	-240
Temp. nyala Api(°C)	-	2325	1925	1875	2045
Temp. nyala Api(°C)	-	3150	2850	2750	2850

Penggunaan gas asetilin yang sebenarnya dihasilkan dari reaksi batu kalsium KARBIDA (karbit) sebagai gas pencampur pada proses pengelasan disebut las karbit. Dalam setiap intalasi las karbit terdapat bagian-bagian utama, yaitu zat asam/ oksigen, tangki pembentuk gas asetilin, brander yang digunakan sebagai pembakar yang kemudian dihubungkan dengan slang pipa ke dalam dua tabung tersebut diatas.

Pada pengelasan asetilin menggunakan bahan tambahan agar hasil pengelasan menjadi lebih baik dan kuat. Jenis yang biasa digunakan yaitu kawat las tanpa pelindung oksidasi (Bare Welding Rod).

Tabel 2.2 Jenis Kawat las tanpa pelindung oksidasi.

Type	Kuat tarik Minimum (psi)	Pemuluran (mm)
RD 260	60	16
RE7016	70	20
ER705-6	60	-

Las asetilen adalah salah satu metode pengelasan yang menggunakan campuran gas asetilen (C_2H_2) dan oksigen (O_2) sebagai bahan bakar untuk menghasilkan nyala api yang sangat panas, yang digunakan untuk melelehkan logam dan menyambungkan dua bahan yang berbeda. Proses ini sering digunakan untuk pengelasan, pemotongan, dan pemanasan logam.

- Prinsip Kerja Las Asetilen

Pada proses las asetilen, campuran gas asetilen dan oksigen dibakar dalam sebuah alat yang disebut torch (obor). Kombinasi kedua gas ini menghasilkan suhu yang sangat tinggi, hingga mencapai sekitar $3.200^{\circ}C$ ($5.792^{\circ}F$) pada titik nyala api. Panas ini cukup untuk melelehkan logam dasar yang akan disambung.

- Proses Las Asetilen

a. Pengaturan Aliran Gas

Asetilen dan oksigen dialirkan ke dalam obor melalui selang dan katup.

Perbandingan campuran gas ini sangat penting untuk mendapatkan nyala api yang optimal.

b. Pembakaran Gas

Gas-gas tersebut dibakar melalui ujung nozzle pada obor. Nyala api yang dihasilkan bisa dikendalikan untuk mendapatkan jenis api yang diinginkan:

c. Nyala netral

Campuran yang seimbang antara asetilen dan oksigen, menghasilkan api dengan suhu tinggi dan sedikit sisa karbon.

d. Nyala oksidasi

Lebih banyak oksigen, menghasilkan api yang lebih panas tetapi dengan potensi oksidasi yang lebih tinggi.

e. Nyala reduksi

Lebih banyak asetilen, menghasilkan api yang lebih lembut dan banyak karbon.

f. Pemanasan dan Penyambungan

Ketika api diarahkan ke bahan yang akan dilas, logam tersebut akan meleleh pada titik sambung. Logam pengisi (jika digunakan) ditambahkan untuk memperkuat sambungan, lalu dibiarkan mendingin untuk membentuk sambungan yang kuat.

- Kelebihan Las Asetilen

a. Fleksibilitas

Dapat digunakan untuk berbagai macam logam, termasuk baja, tembaga, dan aluminium.

b. Portabilitas

Alat las asetilen cukup mudah dibawa dan digunakan di lokasi kerja yang jauh dari sumber listrik.

c. Kemampuan Pemotongan

Selain untuk pengelasan, las asetilen juga efektif untuk memotong logam dengan ketebalan besar.

d. Biaya Relatif Rendah

Peralatan las asetilen lebih terjangkau dibandingkan dengan metode pengelasan lain yang memerlukan sumber energi eksternal seperti listrik atau gas inert.

- Kekurangan Las Asetilen

a. Kecepatan

Las asetilen cenderung lebih lambat dibandingkan dengan teknik pengelasan modern lainnya seperti las MIG atau TIG.

b. Kontrol Kualitas

Membutuhkan keterampilan yang tinggi dalam mengendalikan api dan teknik penyambungan untuk menghindari cacat pada sambungan las.

c. Keterbatasan Ketebalan

Untuk pengelasan logam dengan ketebalan besar, las asetilen mungkin kurang efisien dibandingkan dengan metode lain.

- Aplikasi Las Asetilen

a. Perbaikan dan Pemeliharaan

Las asetilen sering digunakan untuk memperbaiki bagian-bagian mesin atau kendaraan yang rusak.

b. Industri Otomotif

Digunakan untuk pengelasan dan pemotongan pada komponen kendaraan.

c. Konstruksi

Sering digunakan dalam pembuatan struktur logam, terutama untuk pekerjaan yang memerlukan fleksibilitas dalam ukuran dan bentuk sambungan.

d. Pembuatan dan Perbaikan Pipa

Las asetilen dapat digunakan untuk menyambung pipa atau peralatan pipa di berbagai industri.

2.5 Baja SS400

Baja SS400 merupakan baja karbon rendah dengan sedikit kandungan silikon. Beberapa hasil penelitian menemukan bahwa kandungan silikonnya antara 0.06% dan 0.037%. 2.8.1 Unsur Kimia dan sifat mekanik Baja SS400. Berikut ini merupakan tabel komposisi kimia dan sifat mekanik yang terdapat pada baja SS400.

Tabel 2.3 Komposisi kimia Baja SS400

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Fe
0.20	0.09	0.53	0.01	0.04	0.03	0.03	Balance

Tabel 2.4 Sifat Mekanik Baja SS400

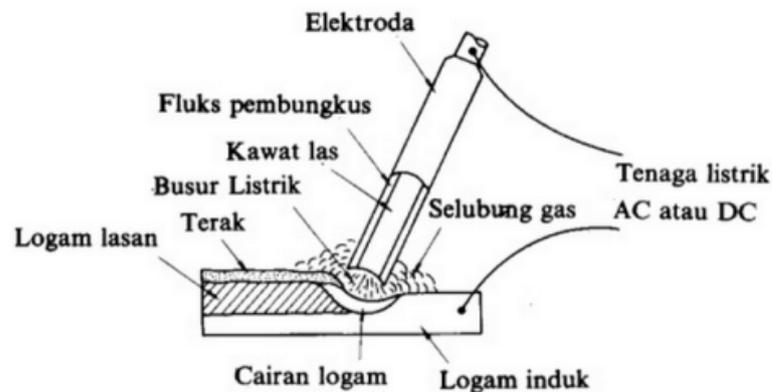
Nama	Kekuatan Luluh min. (Mpa)		Kekuatan Tensi (Mpa)	Perpanjangan min. %		
	Ketebalan < 16 mm	Ketebalan ≥ 16 mm		Ketebalan <5mm	Ketebalan 5-16mm	Ketebalan ≥16mm
SS400	245	235	400-510	21	17	21

2.6 Sifat Mekanik Material (Ketangguhan)

Ketangguhan pada pelat baja SS400 mengacu pada kemampuan material tersebut untuk menyerap energi dan bertahan terhadap deformasi tanpa mengalami

keretakan atau patah. Baja SS400 adalah baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam konstruksi dan aplikasi teknik lainnya karena sifat mekanisnya yang baik, seperti kekuatan tarik dan daktilitas yang memadai. Namun, karena kadar karbonnya yang rendah, ketangguhan baja ini juga lebih tinggi ditandingkan baja karbon tinggi, sehingga lebih tahan terhadap benturan.

Pengelasan memiliki peranan penting di dunia konstruksi, industri dan teknologi produksi yang berbahan baku logam. Konstruksi mesin banyak menggunakan teknik pengelasan pada sambungan-sambungannya karena dengan menggunakan teknik pengelasan sambungan menjadi lebih sederhana dan juga ringan serta biaya produksi lebih murah. Banyak metode pengelasan yang biasa digunakan dalam dunia konstruksi dan industri saat ini. Salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan saat ini adalah metode pengelasan busur nyala logam terlindung atau disebut juga Shield Metal Arc Welding (SMAW). Metode ini banyak digunakan karena lebih mudah dalam pengoperasiannya, lebih praktis penggunaannya, dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan serta lebih efisien. Namun kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh tingkat keahlian serta jam terbang operator (welder). Pengelasan busur nyala logam terlindung (SMAW) yang termasuk salah satu las listrik merupakan suatu proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material induk dan elektroda. Panas tersebut ditimbulkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan material yang akan dilas).



Gambar 2.2 Las Busur dengan Elektroda Terbungkus

Pada pengelasan, logam induk dan logam pengisi akan mengalami siklus termal yang menimbulkan proses pemanasan dan pendinginan setempat sehingga menyebabkan terjadinya tegangan dan regangan serta mengakibatkan munculnya tegangan sisa (residual stress) dan distorsi (distortion) pada material. Tegangan sisa ini akan mengakibatkan menurunnya sifat-sifat mekanik material. Karenanya tegangan sisa harus dihilangkan. Ada dua cara untuk menghilangkan tegangan sisa, yaitu cara termal atau cara mekanik. Dari kedua metode ini yang paling banyak digunakan adalah cara termal yaitu dengan proses perlakuan panas paska pengelasan atau Post Weld Heat Treatment (PWHT).

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan dalam menghilangkan tegangan sisa Pada PWHT adalah: laju pemanasan (heating rate), waktu penahanan (holding time), laju pendinginan (cooling rate). Fungsi PWHT, Selain menghilangkan tegangan sisa, juga memperbaiki butir-butir kristal suatu material. Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap sifat mekanis sambungan las adalah Arus pengelasan. Arus pengelasan merupakan parameter

las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan dari logam induk serta elektroda. Makin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pengelasan mempengaruhi hasil las, bila arus yang digunakan rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan akan sangat sulit dan busur listrik yang digunakan tidak stabil. Jika arus yang dipakai besar, maka akan menghasilkan peleburan elektroda yang melebar dan penetrasi dalam serta penguatan matrik las yang tinggi. Banyak penelitian yang terkait pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap sifat mekanis sambungan las. Primasta (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh jenis elektroda dan kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las SMAW baja SS400. Dari penelitian tersebut diperoleh : Kuat arus 100 A menggunakan elektroda tipe E6013 mampu mengisi rongga-rongga sudut dengan baik sehingga menghasilkan kekuatan tarik maksimal sebesar 28,81 kgf/mm²,

Widodo EWR dan Suheni (2016) melakukan penelitian terkait Proses pengelasan Stainless Steel AISI 304 metode pengelasan SMAW dengan variasi kuat arus listrik dan jenis kampuh las. Pada penelitian itu diperoleh nilai kekerasan maksimal pada kuat arus listrik 130 A dan kampuh las jenis double V, yang mana untuk kekerasan pada daerah logam lasan yaitu 283.99 kg/mm² dan untuk daerah HAZ yaitu sebesar 270.43 kg/mm². Dengan masukan panas (heat input) yang tinggi maka butir yang dibawa akan lebih halus sehingga ketika memadat maka logam lasan menghasilkan kekerasan tinggi, [3]. Prayitno et al. (2018), melakukan penelitian tentang Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekerasan lapisan lasan baja ASTM E8.

Dari penelitian itu diperoleh bahwa: peningkatan arus pengelasan dari 120 A ke 140 A mampu meningkatkan kekerasan dari 465 HV ke 514.7 HV. Namun bila arus listrik pengelasan dinaikkan lagi dari 140 A ke 160 A akan menurunkan kekerasan dari 51.47 HV ke 423 HV, [4]. Santoso et al, melakukan penelitian tentang Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E6018.

Dari penelitian itu diperoleh bahwa Variasi kuat arus pengelasan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik sambungan las. Kekuatan tarik raw material 36,711 kgf/mm². Nilai kekuatan tarik dengan kuat arus pengelasan 100 Ampere adalah sebesar 31,863 kgf/mm². Sedangkan dengan kuat arus pengelasan 125 Ampere mengalami kenaikan 40,827 kgf/mm². Kekuatan tarik tertinggi sebesar 48,503 kgf/mm² diperoleh pada pengelasan dengan kuat arus listrik sebesar 150 Ampere.

Dari penelitian-penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa kuat arus listrik pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan tarik logam las. Namun begitu berapa kuat arus listrik yang optimal adalah berbeda beda tiap jenis material.

Dan Lagi penelitian-penelitian yang telah disebutkan di atas tidak mengkaji ketangguhan sambungan las. Padahal ketangguhan las merupakan hal yang sangat penting dalam sambungan las. Salah satu cara untuk memningkatkan ketangguhan las adalah dengan melakukan PWHT (Post Weld Heat Treatement). Karenanya pada penelitian ini akan dilakukan penelitian terkait (PWHT). Penelitian ini bertujuan untuk meneliti Bagaimana pengaruh waktu penahanan pada perlakuan panas, terhadap ketangguhan las Baja, karena itu maka penelitian ini diberi judul "pengaruh waktu penahanan pada perlakuan panas paska pengelasan terhadap

ketangguhan sambungan las baja SS400". Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah meneliti bagaimana pengaruh waktu penahanan pada perlakuan panas paska pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh variasi holding time pada holding temperature PWHT terhadap ketangguhan las baja SS400. Diharapkan dengan penelitian ini diperoleh data waktu penahan yang tepat pada perlakuan panas paska pengelasan (PWHT) agar dapat menghasilkan sambungan las yang tangguh. Sehingga ini bisa menjadi rujukan bagi para praktisi maupun peneliti lainnya yang akan meneliti lebih lanjut tentang ketangguhan las. Selanjutnya, pada penelitian ini, agar penelitian lebih fokus dan terarah maka dibuat batasan ruang lingkup penelitian ini, yaitu: Jenis pengelasan yang digunakan adalah las SMAW. Material yang digunakan adalah baja SS400. Elektroda yang digunakan adalah LB-7018-1 standar aplikasi dan klasifikasi AWS A5.1 E7018-1. Temperatur penahanan (holding temperature) pengujian adalah 650o C. Waktu Penahanan (Holding time) pengujian menggunakan tiga variabel yaitu : 2,5 jam, 4,5 jam, 6,5 jam. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan dilakukan pada daerah logam las dengan spesimen uji jenis ASTM E8.

2.7 Elektroda

Elektroda las SMAW terdiri dari dua komponen utama yaitu inti logam dan lapisan fluks. Inti logam terbuat dari material yang akan digabungkan sedangkan lapisan fluks berfungsi untuk melindungi busur las dari udara dan gas atmosfer yang berpengaruh pada proses pengelasan. Lapisan fluks pada elektroda SMAW

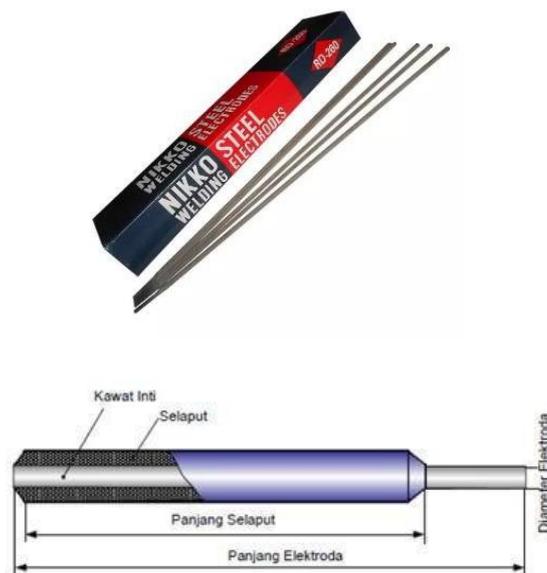
juga berperan dalam membersihkan permukaan benda kerja menghasilkan gas pelindung serta mengatur peleburan logam.

Lapisan fluks pada elektroda SMAW memiliki beberapa fungsi penting. Pertama fluks bertindak sebagai agen pelindung yang melindungi busur las dan titik pengelasan dari udara dan gas atmosfer yang dapat menyebabkan kontaminasi dan cacat pada sambungan las. Selain itu lapisan fluks juga berperan dalam membersihkan permukaan benda kerja dari oksida dan kotoran yang dapat mengganggu kualitas pengelasan. Fluks juga dapat menghasilkan gas pelindung yang membantu mengurangi kontaminasi dan mempengaruhi kondisi lingkungan di sekitar titik pengelasan.

Pemilihan jenis elektroda las SMAW yang tepat sangat penting dalam mencapai hasil pengelasan yang baik. Faktor seperti jenis material ketebalan material kondisi lingkungan dan kekuatan yang diinginkan akan mempengaruhi pilihan elektroda yang sesuai. Setiap jenis elektroda memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal penetrasi kekuatan kecepatan las dan kualitas akhir sambungan las. Oleh karena itu operator pengelasan perlu memahami karakteristik elektroda yang digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Pengelasan dengan elektroda las SMAW memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan utama adalah kesederhanaan proses keserbagunaan dalam berbagai kondisi lingkungan dan kemampuan untuk mengelas material dengan ketebalan yang bervariasi. Namun kekurangan utama adalah produktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan metode pengelasan lain yang lebih otomatis serta perlunya keahlian operator pengelasan yang baik untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas.

Secara keseluruhan elektroda las SMAW adalah salah satu jenis elektroda las yang umum digunakan dalam proses pengelasan SMAW. Dengan pemilihan elektroda yang tepat dan perhatian terhadap kondisi lingkungan dan persyaratan pengelasan elektroda las SMAW dapat memberikan sambungan las yang kuat dengan kualitas yang baik



Gambar 2.3 Kawat Las Elektroda

2.8 Artikel Terkait

1. (Muhamad Fitri1, Bambang Sukiyono, Martua Limido Simanjuntak,2019)

Penelitian dilakukan oleh (Muhamad Fitri1, Bambang Sukiyono, Martua Limido Simanjuntak,2019) adalah tentang pengaruh waktu penahanan pada perlakuan panas paska pengelasan terhadap ketangguhan sambungan las baja.

Metode Penelitian : Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh.