

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Pengelasan**

Pengelasan merupakan salah satu proses penting dalam industri manufaktur yang bertujuan untuk menyambungkan dua atau lebih bagian logam. Menurut *American Welding Society (AWS)*, las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair. Proses ini dilakukan dengan menggunakan energi panas, yang menyebabkan logam di sekitar area las mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi, dan tegangan termal. Hal ini juga dijelaskan oleh Wiryosumarto (2000) dalam (Diatma, 2019) yang menyatakan bahwa Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, sehingga logam di sekitar daerah las mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi, dan tegangan termal.

Menurut (Azwinur, 2019) pengelasan adalah metode penyambungan logam dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi, baik dengan maupun tanpa tekanan atau logam tambahan, untuk menghasilkan sambungan yang menyatu secara kontinu. Proses ini sangat mempengaruhi ketangguhan sambungan, namun berpotensi menimbulkan cacat las dan retak yang dapat berdampak pada keamanan konstruksi.

Pemilihan parameter pengelasan seperti arus listrik, kecepatan pengelasan, dan masukan panas menjadi aspek krusial dalam menghasilkan sambungan las yang berkualitas. Dalam hal ini, (Samhuddin et al., 2022) menjelaskan bahwa "Proses pengelasan merupakan penyambungan dari dua atau lebih batang logam dengan menerapkan sumber energi panas". Jika arus listrik yang digunakan terlalu rendah, busur listrik menjadi tidak stabil, menghasilkan rigi-rigi las yang tipis dan kurang rata. Sebaliknya, arus listrik yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kawat las mencair terlalu cepat, menghasilkan tekstur las yang lebar, penembusan yang dalam, serta meningkatkan sifat rapuh dari sambungan.

Selain itu, penggunaan arus listrik juga memengaruhi ukuran butiran metal cair. Arus tinggi menghasilkan butiran halus, sementara arus rendah menghasilkan

butiran yang lebih besar. Oleh karena itu, pemilihan besaran arus yang tepat sangat mempengaruhi kualitas sambungan las.

Untuk industri yang menyangkut logam atau baja, khususnya bidang pembangunan dengan menggunakan pengelasan dibutuhkan berbagai penelitian agar dapat sambungan las yang bermutu tinggi, karena menyangkut keselamatan dan umur pakai. Seiring dengan pemakaian sambungan las baja yang semakin meningkat, maka teknologi proses yang berkaitan dengan perubahan sifat dan karakteristik memiliki peranan yang tak kalah pentingnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengelasan dijabarkan menurut (Putri, 2010) sebagai berikut:

1. Prosedur pengelasan
  - a. Menentukan cara terbaik untuk menghasilkan sambungan las yang memenuhi standar kualitas.
  - b. Menentukan desain sambungan sesuai kebutuhan, seperti jenis kampuh atau metode pengelasan yang digunakan.
  - c. Mengidentifikasi material yang sesuai untuk memenuhi kekuatan dan ketahanan sambungan.
2. Faktor produksi pengelasan
  - a. Penentuan waktu pengerjaan agar proses berjalan sesuai target.
  - b. Pemilihan metode dan langkah kerja yang efektif.
  - c. Penggunaan peralatan dan material yang sesuai standar.
  - d. Penetapan tahapan pekerjaan untuk efisiensi dan efektivitas.
3. Persiapan pengelasan
  - a. Pemilihan mesin las yang tepat.
  - b. Memastikan operator las memiliki kompetensi yang memadai.
  - c. Menentukan besar arus listrik yang sesuai dengan jenis material dan elektroda.
  - d. Memilih elektroda yang tepat berdasarkan jenis material, tebal material, dan jenis kampuh.
  - e. Menyesuaikan jarak antara elektroda dan material untuk memastikan kualitas sambungan.
  - f. Memilih bentuk kampuh seperti kampuh V, kampuh U, atau kampuh tumpul sesuai kebutuhan struktur sambungan.

### 2.1.2 Pengelasan SMAW

Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan dalam industri, yang memanfaatkan busur listrik untuk mencairkan logam dasar dan elektroda yang terbungkus *fluks*. Proses ini menghasilkan panas yang cukup tinggi untuk melelehkan kedua logam tersebut, sehingga dapat menyatu dan membentuk sambungan yang kuat. Menurut (Mizhar & Pandiangan, 2014) "Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* merupakan teknik pengelasan yang dikelompokkan ke dalam teknik pengelasan menggunakan busur gas dan fluks." Dalam teknik ini, bahan atau material logam penyambung (elektroda) berupa logam yang telah dilapisi oleh *fluks (slag las)*. Lapisan fluks ini berfungsi untuk melindungi logam dari gas oksidasi luar, sehingga memastikan kualitas sambungan las tetap terjaga.

Dalam metode ini, logam induk mencair akibat pemanasan busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan material (benda kerja), sebagaimana dijelaskan oleh (Pratama et al., 2020) bahwa dalam metode SMAW, "logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan busur listrik yang timbul dari ujung elektroda dan permukaan material (benda kerja)". Elektroda yang digunakan dalam proses ini adalah kawat logam yang dilapisi pelindung *fluks*, yang mencair bersama logam induk selama proses pengelasan dan membeku menjadi bagian dari kampuh las. Proses pemindahan logam cair dari elektroda ke sambungan las dipengaruhi oleh besar arus listrik. Pada arus tinggi, butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sementara pada arus rendah, butirannya cenderung lebih besar.

Pola pemindahan logam cair ini berdampak signifikan pada sifat mampu las material. Logam dengan sifat mampu las yang tinggi akan menghasilkan sambungan yang lebih baik jika pemindahan logam cair berlangsung dengan butiran halus. Seperti yang dijelaskan oleh (Pratama et al., 2020), pola pemindahan cairan sangat dipengaruhi oleh besar arus listrik serta komposisi bahan fluks. Fluks tidak hanya melindungi logam cair dari oksidasi tetapi juga mencair selama proses pengelasan, membentuk terak yang menutupi logam cair di sambungan untuk mencegah kontaminasi.

Teknologi SMAW berkembang pesat karena beberapa keunggulan, seperti fleksibilitas penggunaan, harga mesin las yang terjangkau, serta kemampuannya

mengelas berbagai jenis logam tergantung pada jenis elektroda yang digunakan, sebagaimana diungkapkan oleh (Samhuddin et al., 2022). Namun, meskipun menawarkan banyak manfaat, teknik ini juga memiliki keterbatasan. Efisiensi prosesnya tergolong rendah (sekitar 65%), membutuhkan keterampilan operator yang memadai, waktu pengerjaan yang cukup lama, dan keterbatasan arus pengelasan sesuai kemampuan elektroda.

Dengan keunggulan dan kekurangannya, SMAW tetap menjadi salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan karena kepraktisannya serta kemampuannya untuk memenuhi berbagai kebutuhan dalam industri pengelasan.

### **2.1.3 Besaran Arus Listrik**

Penggunaan pengelasan di bidang konstruksi sangat luas, mencakup berbagai sektor seperti industri perkapalan, jembatan, rangka baja, peralatan berat, transportasi, dan pipa. Dalam konteks ini, kualitas sambungan las sangat ditentukan oleh sejumlah parameter, termasuk pengaruh arus, jenis elektroda, kecepatan pengelasan, dan bentuk kampuh. Menurut (Samhuddin et al., 2022) faktor kuat arus merupakan salah satu penyumbang utama yang memengaruhi kualitas sambungan las, sehingga pemilihan parameter arus las yang tepat sangat menentukan kekuatan dan perubahan sifat mekanis logam yang dilas.

Ketika arus pengelasan yang digunakan terlalu rendah, akan terjadi kesulitan dalam penyalaan busur listrik yang stabil. Arus rendah menyebabkan busur listrik sulit menyala, tidak stabil, serta menghasilkan rigi-rigi las yang tidak rata dengan penembusan yang kurang dalam. Sebaliknya, jika arus terlalu tinggi, elektroda dapat mencair terlalu cepat, yang mengakibatkan permukaan las menjadi lebih lebar dan penetrasi yang dalam. Kondisi ini dapat memengaruhi struktur dan kekuatan sambungan las secara signifikan.

(Pratama et al., 2020). Menjelaskan pemilihan arus yang sesuai harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti diameter elektroda, ketebalan material yang dilas, jenis elektroda, jenis sambungan, diameter inti elektroda, serta posisi pengelasan. Arus pengelasan menjadi parameter utama yang langsung memengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan, semakin besar penembusan dan kecepatan

pencairan logam, menghasilkan sambungan las dengan sifat mekanis yang lebih baik

Selanjutnya (Fitri et al., 2019) menambahkan bahwa besar arus pengelasan memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil las. Ketika arus rendah digunakan, perpindahan cairan dari ujung elektroda menjadi sulit, busur listrik tidak stabil, dan hasil las cenderung kurang kuat. Sebaliknya, arus yang tinggi menghasilkan peleburan elektroda yang melebar, penetrasi yang dalam, serta penguatan matriks las yang lebih baik. Oleh karena itu, pemilihan arus yang optimal sangat penting untuk mencapai hasil pengelasan yang berkualitas.

Penelitian sebelumnya oleh (Santoso et al., 2015) telah mengkaji pengaruh variasi kuat arus listrik pada proses pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW menggunakan elektroda E7016. Dari penelitian itu diperoleh bahwa Variasi kuat arus pengelasan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik sambungan las, Kekuatan tarik raw material 36,711 kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan tarik dengan kuat arus pengelasan 100 Ampere adalah sebesar 31,863 kgf/mm<sup>2</sup> Sedangkan dengan kuat arus pengelasan 125 Ampere mengalami kenaikan 40,827 kgf/mm<sup>2</sup> Kekuatan tarik tertinggi sebesar 48,503 kgf/mm<sup>2</sup> diperoleh pada pengelasan dengan kuat arus listrik sebesar 150 Ampere.

#### **2.1.4 Pengujian Tarik**

Pengujian tarik adalah metode penting dalam pengujian mekanik yang digunakan untuk menentukan kekuatan dan perilaku material di bawah gaya tarik. Proses ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik suatu bahan dapat menahan gaya tarik sebelum mengalami kerusakan. Menurut (Surono et al., 2023) menjelaskan kekuatan tarik adalah salah satu sifat mekanik utama yang dimiliki oleh setiap material, di mana setiap bahan memiliki karakteristik kekerasan dan kelenturan yang berbeda-beda. Untuk memahami sifat mekanik dari suatu material secara spesifik, diperlukan proses pengujian yang disebut uji tarik (*tensile test*). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan spesimen tertentu yang dirancang untuk mengukur respons material terhadap gaya tarik.

Uji tarik merupakan metode yang bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik (*tensile strength*) suatu material dengan cara memberikan beban, baik secara cepat maupun lambat, hingga material tersebut mencapai batas maksimal

kemampuannya. Melalui proses ini, dapat diperoleh hasil berupa data kekuatan material terhadap beban serta elastisitas atau kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah beban dilepaskan. Uji tarik sangat penting untuk menentukan kelayakan material dalam berbagai aplikasi teknik dan industri.

Menurut (Adi Nugroho, Eko Setiawan, 2018) Uji tarik merupakan salah satu metode uji mekanik *stress-strain* yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kekuatan suatu material dapat bertahan terhadap gaya tarik yang diberikan. Melalui pengujian ini, dapat diperoleh informasi mengenai respons material terhadap gaya tarik, termasuk kemampuan material tersebut untuk bertambah panjang hingga mencapai batas maksimal sebelum akhirnya mengalami kegagalan atau patah.

Dalam pelaksanaannya, uji tarik melibatkan pemberian gaya tarik secara perlahan terhadap material yang diuji, yang mengakibatkan perubahan bentuk atau deformasi pada material tersebut. Proses deformasi ini terjadi akibat pergeseran butiran kristal dalam struktur logam material, yang disebabkan oleh melemahnya gaya elektromagnetik antar atom logam. Ketika gaya tarik yang diberikan terus meningkat hingga mencapai nilai maksimum, ikatan antar atom akhirnya terputus, yang menyebabkan material patah.

Dengan demikian, uji tarik tidak hanya sekadar menentukan kekuatan material terhadap gaya tarik, tetapi juga memberikan pemahaman lebih mendalam tentang struktur internal material dan perilakunya di bawah beban. Informasi ini sangat berguna untuk memahami karakteristik mekanis suatu material dalam berbagai aplikasi teknik dan industri.

### **2.1.5 Cacat Las**

Menurut (Pratama et al., 2020a) cacat pengelasan merupakan ketidaksesuaian dalam proses pengelasan yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan, seperti ASME IX, AWS, API, dan ASTM. Cacat ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kesalahan dalam prosedur pengelasan, persiapan yang kurang optimal, serta penggunaan peralatan dan bahan tambahan yang tidak memenuhi standar yang ditentukan.

Dalam proses pengelasan, kualitas hasil las sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk teknik yang digunakan, material, dan kondisi kerja. Salah satu tantangan utama dalam pengelasan adalah munculnya cacat las, yang dapat

memengaruhi kekuatan serta ketahanan sambungan. Berikut adalah beberapa jenis cacat las yang umum terjadi, yaitu:

a. *Undercut*

*Undercut* adalah cacat las yang terjadi ketika terdapat alur cekung atau lekukan di sepanjang tepi lasan, yang dapat mengurangi ketahanan mekanis sambungan.



Gambar 2. 1. *Under Cut*

Penyebab *undercut* adalah sebagai berikut:

- a. Arus yang terlalu tinggi
- b. Kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi
- c. Posisi elektroda saat pengelasan yang tidak tepat
- d. Ayunan elektroda saat pengelasan tidak teratur

b. *Spatter*

*Spatter* adalah percikan logam cair kecil yang terlempar dari area pengelasan dan menempel pada permukaan di sekitar sambungan las. Cacat ini umumnya terjadi dalam proses pengelasan busur listrik, terutama jika



Gambar 2. 2 *Spatter*

Penyebab *spatter* adalah sebagai berikut:

- a. Arus terlalu besar
- b. Busur las terlalu jauh
- c. Electrode menyerap uap
- d. *Porosity*

*Porosity* adalah cacat las yang berupa rongga atau lubang kecil yang terperangkap dalam logam las. Cacat ini terjadi ketika gas, seperti uap air atau oksigen, terperangkap di dalam area lasan selama proses pengelasan.



Gambar 2. 3 *Porosity*

Penyebab *porosity* adalah sebagai berikut:

- a. Nyala busur terlalu panjang
- b. Arus terlalu rendah
- c. Kecepatan las terlalu tinggi
- d. Kandungan belerang terlalu tinggi
- e. Kondisi pada saat pengelasan yang tidak mendukung
- f. Terjadi pendinginan las yang cepat
- g. Terciptanya gas hidrogen akibat panas las
- e. Penetrasi atau Penembusan Kurang Sempurna  
cacat las yang terjadi ketika logam las tidak berhasil menembus seluruh ketebalan material yang dilas. Akibatnya, sambungan las tidak sepenuhnya terisi, dan bagian bawah atau dalam sambungan tetap tidak tersentuh oleh logam las. Cacat ini dapat mengurangi kekuatan dan daya tahan sambungan las, serta meningkatkan risiko kerusakan pada sambungan.



Gambar 2. 4 *Penetrasi*

Penyebab penetrasi kurang sempurna adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan las terlalu tinggi

- b. Panas busur tidak menc encairkan logam
- c. Jarak gap terlalu rapat
- d. Elektroda yang terlalu lu tinggi
- e. Sudut elektroda salah
- f. *Incomplete Fusion*

*Incomplete Fusion* adalah cacat las yang terjadi ketika logam las tidak menyatu secara sempurna dengan logam induk atau lapisan logam las sebelumnya. Hal ini menyebabkan terjadinya daerah yang tidak terikat dengan baik, mengurangi kekuatan sambungan las tersebut.



Gambar 2. 5 *Incomplete Fusion*

Penyebab *incomplete fusion* adalah sebagai berikut:

- a. Posisi pengelasan yang salah
- b. Sudut elektroda yang salah
- c. Panas yang diterima terlalu kecil
- d. Welding gap terlalu kecil
- e. Permukaan kampuh kotor
- f. Kecepatan pengelasan terlalu tinggi
- g. *Hot Cracking* (Retak Panas)

Yaitu retakan yang biasanya timbul pada saat cairan las mulai membeku karena luas penampang yang terlalu kecil dibandingkan dengan besar benda kerja yang akan dilas, sehingga terjadi pendinginan.



Gambar 2. 6 *Hot Cracking*

Penyebab *hot cracking* adalah sebagai berikut:

Kecepatan pendinginan yang terlalu cepat

Tegangan termal yang tinggi  
 Pengelasan dengan arus tinggi  
 Penyusutan yang tidak terkontrol

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Untuk memahami lebih lanjut mengenai topik ini dan memperoleh pemahaman yang komprehensif, penelitian ini meninjau beberapa penelitian terdahulu yang telah membahas konsep-konsep terkait sebagai acuan dan pembandingan.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian	Variabel yang Diamati
1	(Novendri Chairul, Irzal, Mulianti, 2022)	Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW pada Baha Karbon Rendah dengan Elektroda E-7018	Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen kontrol tanpa perlakuan panas memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 868,12 N/mm <sup>2</sup> , sedangkan spesimen dengan arus 90 A, 100 A, dan 130 A masing-masing memiliki kekuatan tarik rata-rata 456,35 N/mm <sup>2</sup> , 503,83 N/mm <sup>2</sup> , dan 545,58 N/mm <sup>2</sup> . Peningkatan arus berkontribusi pada peningkatan kekuatan tarik, meskipun terdapat penurunan modulus elastisitas pada arus yang lebih tinggi, menegaskan pentingnya pengaturan kuat arus dalam proses pengelasan untuk kualitas sambungan yang optimal.
2	(Saputra et al., 2023)	Pengaruh Hasil Pengelasan Model Smaw Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 dan ASTM A36	Penelitian ini menerapkan metode Taguchi untuk menganalisis pengaruh parameter pengelasan pada kekuatan tarik baja ST37 dan ASTM A36, dengan pengujian dilakukan sebanyak 9 kali menggunakan variasi arus, elektroda, dan posisi pengelasan.	Hasilnya menunjukkan kekuatan tarik tertinggi untuk ST37 adalah 300.29 MPa dan untuk ASTM A36 adalah 319.98 MPa, keduanya menggunakan arus 110A, elektroda E7016, dan posisi 2G. Analisis ANOVA mengidentifikasi kuat arus sebagai parameter paling berpengaruh, dengan persentase pengaruh 0,89% untuk ST37 dan 0,97% untuk ASTM A36.

No	Penulis	Judul	Metode Penelitian	Variabel yang Diamati
3	(Franata T et al., 2023)	Analisis Uji Tarik Las Posisi 3G Uphill dengan Variasi Arus Pengelasan	Penelitian ini menggunakan metode pengelasan SMAW posisi 3G Uphill pada pelat baja karbon rendah ABS Grade A dengan variasi arus 75A, 112A, dan 160A. Setelah proses pengelasan, spesimen diuji tarik sesuai standar AWS D1.1	Hasil menunjukkan bahwa arus 160A menghasilkan kekuatan tarik tertinggi ( <i>ultimate tensile strength</i> 524,52 Mpa) dan elongation 26,87%, sedangkan arus 75A menunjukkan kekuatan terendah (340,37 Mpa) dan cacat las porosity. Arus yang lebih tinggi meningkatkan kekuatan tarik dan kualitas sambungan las
4	(Rahman & Sunyoto, 2021)	Pengaruh Arus SMAW terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Baja Konstruksi IWF JIS G3101 SS400	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain <i>One Shot Case Study</i> untuk menguji pengaruh variasi kuat arus 150 A, 170 A, dan 190 A pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik dan impak baja konstruksi IWF JIS G3101 SS400.	Hasilnya menunjukkan bahwa arus 190 A memberikan kekuatan tarik tertinggi sebesar 567,8 MPa, meskipun peningkatan arus juga menyebabkan penurunan nilai kekuatan impak sambungan las.
5	(Pratama et al., 2020)	Pengaruh Arus Pengelasan SMAW untuk Posisi Pengelasan 1G pada Material Baja Kapal SS 400 terhadap Cacat Pengelasan	Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan data tentang teknik pengelasan SMAW, persiapan spesimen baja SS400 dengan variasi arus 80, 90, 100, dan 110 Ampere pada posisi pengelasan 1G, serta pengujian cacat las menggunakan metode <i>Non Destructive Test</i> (NDT) dan uji tarik sesuai standar ASTM.	Hasilnya menunjukkan bahwa cacat las yang umum terjadi adalah porositas, <i>undercut</i> , dan <i>splatter</i> , yang dipengaruhi oleh kecepatan pengelasan dan kondisi busur. Variasi arus juga berpengaruh pada kekuatan tarik sambungan las, di mana arus yang tidak tepat dapat mengakibatkan hasil pengelasan yang buruk.
6	(Putraramita et al., 2024)	Pengaruh Variasi Oli SAE Terhadap Nilai Kekerasan, Bending dan Struktur Mikro Pengelasan SMAW Baja S45C	Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi eksperimen dengan pengujian menggunakan variasi media pendingin oli SAE 10, 50, dan 90. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan metode ANOVA one-way untuk menentukan perbedaan signifikan antar variasi.	Ditemukan perbedaan signifikan pada nilai kekerasan, kekuatan bending, dan struktur mikro baja S45C akibat variasi media pendingin. Nilai signifikansi dari pengujian ANOVA menunjukkan kurang dari 0,05, yang menunjukkan perbedaan yang signifikan

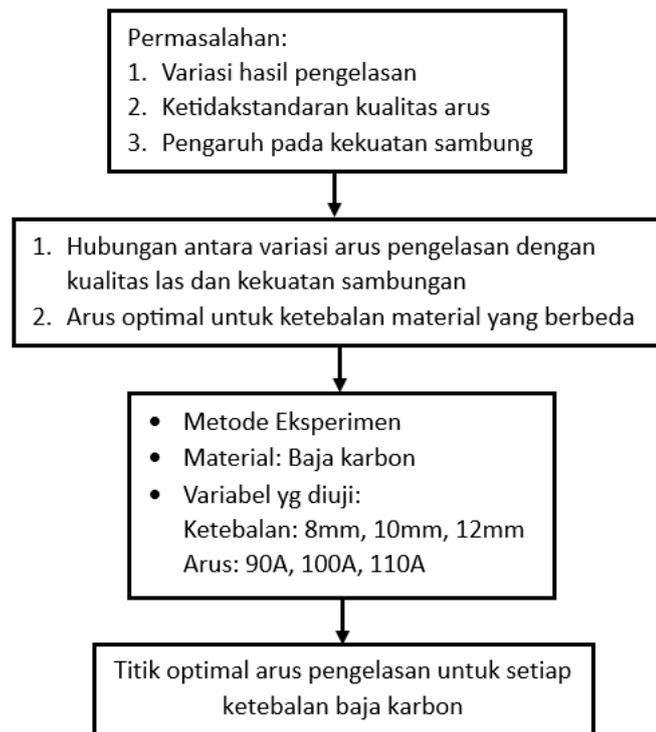
No	Penulis	Judul	Metode Penelitian	Variabel yang Diamati
7	(Aditya Nugraha Pratama, 2025)	Optimasi Proses Pengelasan SMAW Pada Posisi 2G dengan Analisis Pengaruh Besaran Arus Terhadap Kekuatan Tarik	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pengelasan SMAW posisi 2G pada baja karbon rendah dengan ketebalan 8mm, 10mm dan 12mm, menggunakan variasi arus 90A, 100A, dan 110A. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan metode ANOVA <i>one-way</i> .	

Adapun keunggulan dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Penelitian ini secara khusus meneliti pengelasan pada posisi 2G, yang merupakan posisi horizontal. Banyak penelitian sebelumnya mungkin tidak secara spesifik membahas posisi ini, sehingga memberikan kontribusi baru dalam konteks aplikasi praktis di lapangan.
2. Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah dengan variasi ketebalan 8mm, 10mm, dan 12mm, memberikan wawasan yang lebih luas tentang pengaruh arus terhadap kekuatan tarik pada material dengan dimensi berbeda. Sebelumnya, sebagian besar penelitian menggunakan ketebalan material tunggal atau tidak mengkaji variasinya.
3. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan (90A, 100A, dan 110A) secara sistematis untuk menentukan arus optimal yang menghasilkan kekuatan tarik maksimum. Kombinasi parameter ini jarang dibahas secara detail dalam penelitian terdahulu.
4. Tidak hanya menganalisis hubungan antara arus dan kekuatan tarik, penelitian ini juga berupaya mengoptimalkan parameter pengelasan, menjadikannya lebih aplikatif untuk industri manufaktur.
5. Penelitian ini berupaya mengisi kekosongan terkait standar akademis untuk besaran arus optimal pada pengelasan SMAW posisi 2G, yang sebelumnya belum jelas atau spesifik untuk material tertentu.

### 2.3 Kerangka Berpikir Penelitian

Berdasarkan kajian teoritis dan penelitian terdahulu, kerangka berpikir disusun untuk menggambarkan hubungan antara variasi arus pengelasan, proses SMAW pada posisi 2G, dan kekuatan tarik sambungan las. Kerangka ini menjelaskan bagaimana parameter arus (90A, 100A, 110A) dan ketebalan materia (8mm, 10mm, 12mm) memengaruhi hasil pengelasan, dengan pengujian tarik sebagai metode evaluasi utama. Penelitian ini bertujuan menemukan arus optimal yang menghasilkan kekuatan tarik maksimum dan memberikan kontribusi praktis bagi industri.



Gambar 2. 7 Kerangka Berpikir