



## **MEKANIKA : JURNAL TEKNIK MESIN**

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 10 No. 2 (2024)

ISSN: 2460-3384 (p); 2686-3693 (e)

# **ANALISA PENGARUH VARIASI PENCELUP CAIRAN ELEKTRODA DAN ARUS LISTRIK TERHADAP SIFAT MEKANIS HASIL LAS**

**Moh. Mufti<sup>1</sup>, Ismail<sup>2</sup>, Zainun Achmad<sup>3</sup>, Abdullah khikam<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

email: ([mufti@untag-sby.ac.id](mailto:mufti@untag-sby.ac.id))

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki bagaimana perbedaan dalam pencelupan cairan elektroda dan arus listrik berdampak pada sifat mekanis hasil las. Sementara arus listrik merupakan faktor utama yang memengaruhi pembentukan sambungan las, pencelupan cairan elektroda merupakan komponen penting dalam proses pengelasan. Metode eksperimental dilakukan dengan menggunakan berbagai pilihan cairan elektroda dan berbagai arus listrik selama proses pengelasan. Hasil las diuji untuk sifat mekanis seperti kekuatan tarik, kekerasan, dan ketangguhan. Dengan menggunakan analisis statistik, kita dapat menemukan bagaimana variabel independen—cairan elektroda dan arus listrik—berkaitan dengan respons mekanis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik mempengaruhi ketangguhan material, sementara variasi cairan elektroda mempengaruhi kekuatan tarik dan kekerasan sambungan las. Memahami lebih baik bagaimana cairan elektroda berinteraksi dengan arus listrik dapat membantu meningkatkan kualitas hasil las. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknik pengelasan yang lebih efisien dan unggul dari segi mekanis; itu berfokus pada pemilihan cairan elektroda dan pengaturan arus listrik yang tepat untuk mencapai sifat mekanis yang diinginkan pada sambungan las. Penelitian ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan parameter pengelasan dalam industri manufaktur.

### **PENDAHULUAN**

Pengelasan adalah teknik untuk menyambung logam dengan melelehkan bagian dari logam dasar, dengan atau tanpa pengaruh tekanan, dan dengan atau tanpa logam tambahan. Pengelasan menggabungkan dua atau lebih bagian logam menggunakan energi panas. Proses penyambungan umumnya diterapkan pada baja, di mana bagian logam dipanaskan melalui elektroda dan disatukan untuk membentuk sambungan.

Proses pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) memiliki beragam aplikasi di dunia industri. Untuk aplikasi rangka kendaraan dan suspensi, pengelasan SMAW menyediakan efisiensi kekuatan sendi yang tinggi. Salah satu jenis pengelasan yang banyak digunakan untuk mengelas baja karbon adalah SMAW. Keuntungan dari pengelasan dengan SMAW meliputi kemampuannya untuk mengelas berbagai jenis sambungan, posisi, dan lokasi

yang sulit dijangkau, biaya operasional yang relatif rendah, serta dapat digunakan untuk pengelasan di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Pengelasan ini tidak memerlukan selang untuk gas pelindung atau air pendingin, dapat dioperasikan di tempat-tempat yang jauh dari sumber listrik, dan kualitas sambungan dapat didesain dengan berbagai jenis elektroda.

Prosedur yang digunakan dalam pengelasan ini sebagai acuan untuk melaksanakan proses pengelasan adalah metode koneksi yang banyak digunakan dalam konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin.

Dalam penelitian ini, dilakukan uji tarik menggunakan Mesin Pengujian Universal (Tarno Grocki) berdasarkan ASTM E8/E8M untuk menentukan sifat mekanik bahan baja dengan membandingkan data manual dan data komputer. Hasil uji tarik pada bahan baja karbon rendah ST 37 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik maksimum adalah 524,03 MPa dalam data komputer, sementara dalam data manual adalah 511,44 MPa. Nilai Modulus Elastisitas adalah 16,338 GPa dalam data manual dan 3,598 GPa dalam data komputer, dengan nilai kekuatan luluh sebesar 411,03 MPa. Perbedaan yang terlihat pada data komputer dan data manual disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk perbedaan dalam keterlambatan waktu pengambilan sampel, kesalahan paralaks, kesalahan kosinus, dan perbedaan jumlah data yang digunakan.

Pada permukaan material Baja ST 37 yang diuji, juga terlihat bahwa patahannya berbentuk cangkir dan membentuk sudut 45 derajat, yang menunjukkan bahwa retak plastis terjadi pada tempat yang bentuknya memanjang. Hal ini disebabkan oleh tegangan tarik yang diterapkan pada komponen struktur baja, yang mengakibatkan komponen tersebut mengalami keruntuhan. Patahan pada baja ST 37 menunjukkan bentuk ulet berbentuk cawan dengan sudut 45 derajat dan memiliki bentuk patahan berulir. Tegangan tarik yang diterapkan pada material tersebut menyebabkan kerusakan pada material tersebut.

Struktur Baja Baja merupakan paduan besi (Fe) dan karbon (C) dengan tambahan elemen paduan lainnya. Baja yang paling umum digunakan sebagai produk akhir dapat ditemukan pada suku cadang otomotif, transformator, dan berbagai proses manufaktur seperti pembuatan baja lembaran dan proses ekstrusi.

Penggunaan baja tidak hanya mendukung pengembangan industri otomotif dan kebutuhan masyarakat akan mobil, suku cadang mesin, serta konstruksi, tetapi juga memenuhi kebutuhan mekanis utama dalam membentuk logam yang sangat keras.

Kisaran kekerasan baja sangat luas dan dapat disesuaikan dengan sifat mekanik yang diinginkan. Pada baja karbon rendah, elemen paduannya terdiri dari besi (Fe), karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), dan elemen lainnya. Salah satu tujuan penting dalam pengembangan material adalah menentukan struktur dan sifat material yang optimal untuk mencapai daya tahan maksimum.

Sifat Utama Baja:

1. Kekuatan

Baja memiliki kekuatan tarik yang sangat baik. Saat menerima beban, baja cenderung mengalami perubahan bentuk (deformasi), yang menghasilkan regangan sesuai dengan deformasi per satuan panjang. Regangan ini kemudian memicu timbulnya tegangan (stress) pada baja.

2. Daktilitas

Daktilitas adalah kemampuan baja untuk mengalami deformasi sebelum patah. Faktor

utamanya adalah regangan konstan yang terjadi sebelum baja patah. Besarnya daktilitas memengaruhi kemampuan baja untuk dikerjakan lebih lanjut. Keuletan baja dapat diuji melalui uji tarik.

### 3. Kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan baja terhadap gaya yang menembus permukaannya. Kekerasan ini berperan penting terhadap kekuatan baja dan dapat diuji dengan metode seperti Rockwell, Brinell, atau ultrasonik.

### 4. Ketangguhan

Ketangguhan menunjukkan jumlah energi yang dapat diserap baja sebelum rusak. Baja yang kurang tangguh cenderung rapuh, sedangkan baja yang tangguh memberikan kontribusi pada keselamatan pengguna. Ketangguhan dapat diuji dengan membenturkan baja secara tiba-tiba.

Las Busur Listrik (SMAW) Menurut DIN (Deutsche Industrie Norman), pengelasan adalah proses penyambungan metalurgi yang menggabungkan logam atau paduan logam dalam keadaan padat atau cair menggunakan energi panas.

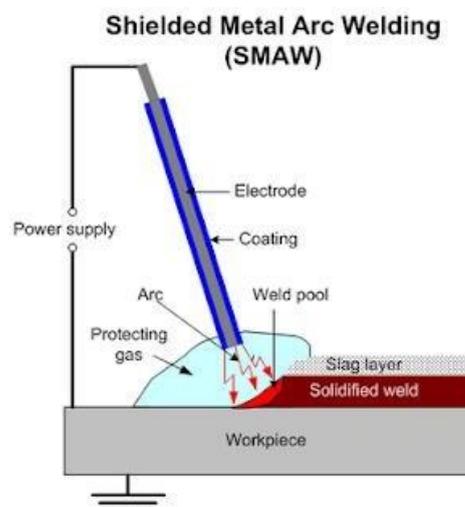
Pengelasan busur listrik menggunakan busur sebagai sumber panas untuk melelehkan logam. Dalam metode ini, elektroda logam yang dilapisi fluks digunakan untuk menyatukan logam dasar. Busur listrik menciptakan panas tinggi yang melelehkan logam dasar dan elektroda, sehingga memungkinkan keduanya bercampur, mengisi celah, dan mengeras untuk menyambung logam.

SMAW (Shielded Metal Arc Welding) dikenal juga sebagai las tongkat karena menggunakan elektroda berbentuk batang. Proses ini sangat populer karena fleksibilitasnya dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi.

Prinsip Kerja Las Busur:

- Busur adalah aliran elektron dalam jarak pendek antara dua elektroda (positif dan negatif).
- Energi panas yang dihasilkan busur mampu melelehkan logam. Besarnya arus diatur berdasarkan jenis bahan dan diameter elektroda yang digunakan.
- Pengaturan arus yang tidak tepat dapat memengaruhi hasil pengelasan:
  - Arus terlalu kecil menghasilkan penetrasi yang buruk.
  - Arus terlalu besar membuat garis las terlalu lebar dan bentuknya berubah.

SMAW menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama, menjadikannya metode yang sering digunakan dalam berbagai bidang industri.



Gambar 1. Pengelasan SMAW

## Elektroda

Elektroda, juga dikenal sebagai kawat las, adalah benda yang digunakan dalam pengelasan listrik. Elektroda berfungsi untuk mengikat dan mengeras, menyatukan dua logam. Ketika ujung elektroda menyentuh bahan dasar, akan timbul busur listrik yang menghasilkan panas tinggi untuk melelehkan logam las.

Secara umum, elektroda dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis:

1. **Elektroda polos**
2. **Elektroda berlapis**

### Elektroda Berlapis

Elektroda berlapis memiliki inti kawat yang dilapisi bahan kimia tertentu (fluks) yang cocok untuk jenis pengelasan. Elektroda ini dikenal sebagai elektroda habis pakai karena habis selama proses pengelasan. Kawat las SMAW biasanya digunakan karena memiliki berbagai fungsi, di antaranya:

- Menghantarkan arus listrik
- Berfungsi sebagai material tambahan

Bahan inti elektroda meliputi logam ferrous dan non-ferrous, seperti baja karbon, baja paduan, aluminium, kuningan, dan bahan serupa lainnya.

### Tujuan pelapisan elektroda:

1. Menyediakan gas pelindung untuk logam yang sedang dilas.
2. Melindungi logam dari kontaminasi udara saat meleleh.
3. Membentuk lapisan slag yang melindungi las dari oksidasi udara saat mendingin.
4. Mengatur laju pendinginan.
5. Membantu penyalaan dan menjaga stabilitas busur.

### Pengertian Flux

Flux adalah lapisan yang menutupi bagian tengah kawat las, terdiri dari campuran bahan kimia tertentu. Beberapa bahan kimia yang digunakan meliputi selulosa, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), titanium dioksida (rutile), kaolin, oksida mangan, oksida besi, bubuk besi, silikon besi, dan mangan besi.

Proses pelapisan kawat inti dilakukan dengan metode ekstrusi, semprot, atau pencelupan. Ketebalan membran elektroda bervariasi, mulai dari 50% hingga 70% dari diameter elektroda. Saat pengelasan, fluks meleleh dan menghasilkan gas  $\text{CO}_2$  yang melindungi cairan pengelasan dari udara sekitar.

---

### Ampere untuk Pengaturan Arus Pengelasan

Diameter elektroda dan jenisnya menjadi faktor utama dalam menentukan besar kecilnya arus listrik. Jenis material yang dilas serta posisi pengelasan juga memengaruhi pengaturan arus. Biasanya, pabrikan mencantumkan tabel penggunaan arus pada kemasan elektroda.

Operator pengelasan yang berpengalaman dapat memodifikasi arus dengan mengamati busur dan hasil lasan. Namun, pengaturan arus tetap harus merujuk pada spesifikasi tabel untuk hasil optimal.

## Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan menentukan kekuatan dan mendeteksi tegangan logam. Proses ini dilakukan dengan memberikan gaya tarik pada material hingga mencapai batas maksimalnya.

### Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah beban maksimum yang dapat ditahan oleh material, dibagi luas penampang awalnya. Hasil dari pengujian tarik meliputi:

1. Elongasi
2. Parameter kekuatan

#### 1. Kekuatan Tarik

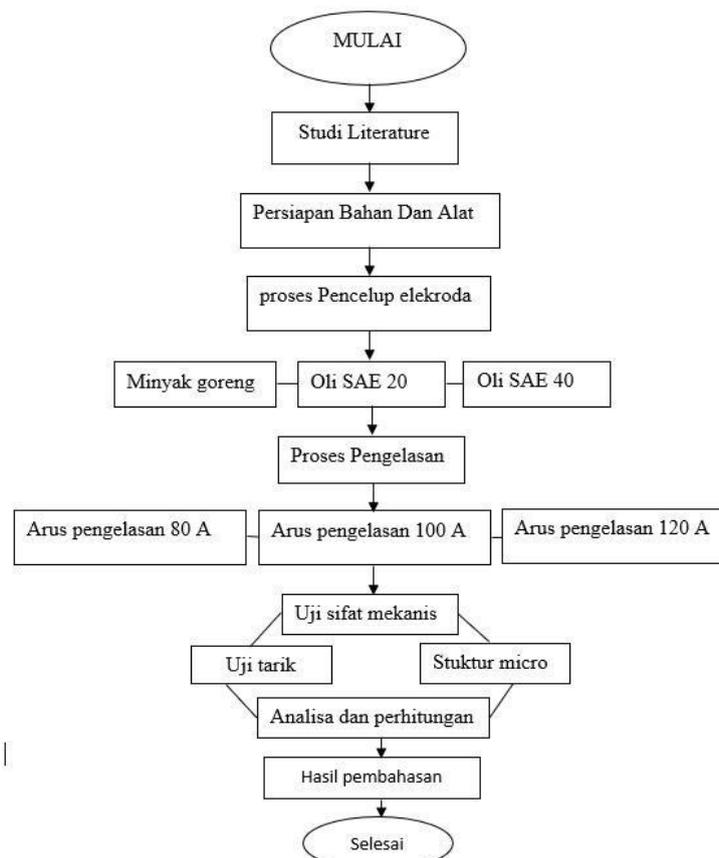
Beban maksimum yang mampu ditahan material sebelum patah.

#### 2. Titik Luluh

Tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan deformasi kecil spesifik.

Pengujian tarik ini penting untuk menilai sifat mekanik material dan memastikan kualitasnya sesuai kebutuhan desain atau spesifikasi.

## PROSEDUR EKSPERIMEN



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tarik

Uji Tarik Uji tarik ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang.

Material yang digunakan adalah baja ST 37, tebal sampel 10 mm, lebar sampel 20 mm, dan panjang sampel 200 mm.

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur pertambahan panjang sampel dan untuk mengukur kekuatan tarik sampel uji.

Data Hasil Uji Tarik Spesimen Variasi Arus 80A, 100A, 120A, Dan menggunakan Minyak goreng sebanyak 9 spesimen

Hasil foto struktur mikro di atas diambil dari pengamatan daerah WELD METAL, HAZ, BASE METAL dengan pembesaran 300 kali,



Gambar 4. 4 TEGANGAN RATA RATA 80A VS ARUS

## Hasil Pengujian Tarik

Uji tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang, menggunakan material baja ST 37. Sampel uji memiliki spesifikasi berikut:

- Tebal: 10 mm
- Lebar: 20 mm
- Panjang: 200 mm

Pengujian ini bertujuan untuk:

1. Mengukur pertambahan panjang sampel setelah menerima beban tarik.
2. Mengukur kekuatan tarik maksimal dari setiap sampel.

Pengujian dilakukan pada spesimen dengan variasi arus 80A, 100A, dan 120A, menggunakan media minyak goreng. Sebanyak 9 spesimen digunakan untuk mendapatkan data yang representatif.

Hasil pengamatan struktur mikro diambil dari tiga area utama, yaitu:

1. Weld Metal (Logam Las)
2. HAZ (Heat Affected Zone)
3. Base Metal (Logam Dasar)

Pengamatan dilakukan dengan pembesaran 300 kali, menunjukkan perbedaan signifikan dalam struktur mikro antara ketiga area tersebut.

## Kesimpulan

Hasil uji tarik dengan variasi arus pengelasan dan pencelupan elektroda ke dalam cairan tertentu adalah sebagai berikut:

1. Pada arus 80A, pencelupan elektroda ke minyak goreng menghasilkan kekuatan maksimal sebesar 40.65 kg/mm<sup>2</sup>.
2. Pada arus 100A, pencelupan elektroda ke oli SAE 20 menghasilkan kekuatan maksimal sebesar 37.14 kg/mm<sup>2</sup>.
3. Pada arus 120A, pencelupan elektroda ke oli SAE 40 menghasilkan kekuatan maksimal sebesar 24.32 kg/mm<sup>2</sup>.

Dapat disimpulkan bahwa pencelupan elektroda terbaik adalah pada arus 80A dengan variasi minyak goreng, yang menghasilkan kekuatan maksimum sebesar 40.65 kg/mm<sup>2</sup>.

Pengujian mikro terhadap logam dasar baja ST 37 pada area berbahaya dan area logam las dengan perbesaran 300x menunjukkan:

- Fasa perlit tertinggi, sebesar 69%, ditemukan pada arus 100A di area berbahaya.
- Ferit terbaik, sebesar 73%, ditemukan pada arus 80A.

Kesimpulannya, semakin tinggi arus pengelasan, semakin banyak fasa perlit-ferit yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa sampel menjadi lebih lunak dan ulet.

### Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, disampaikan beberapa saran berikut:

1. Pengelasan dengan metode pencelupan elektroda ke dalam minyak sangat berisiko karena dapat menimbulkan nyala api dan aroma yang sangat mengganggu.
2. Hasil pengelasan dengan metode ini juga menunjukkan kekuatan yang kurang optimal, baik dari segi uji tarik maupun mikrostruktur.

### REFERENSI

1. Sonawan, H., & Suratman, R. *Pengantar untuk Memahami Pengelasan Logam*. Alfa Beta, Bandung.
2. Suharto. (1991). *Teknologi Pengelasan Logam*. Rineka Cipta, Jakarta.
3. M. Yogi Nasrul L., Heru Suryanto, & Abdul Qolik. *Pengaruh Variasi Arus Las SMAW terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 dan St37*.
4. Wiryosumarto, H. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
5. Wiryosumarto, H., & Okumura, T. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
6. R. Setiaji. "Pengujian Tarik." Laboratorium Metalurgi Fisik FTUI.
7. Setiawan. "Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro, dan Ilmu*, 2013. [jurnal.umk.ac.id](http://jurnal.umk.ac.id).
8. R. Salim. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*.