

**PENGARUH VARIASI TEMPERATURE PERLAKUAN PANAS
HASIL QUENCHING PADA PENGELASAN SMAW**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu
(S-1) Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Oleh :

Yusuf Saifu Zulfa / 21801052044

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur perlakuan panas (*normalizing*) pasca *quenching* terhadap kekuatan tekuk sambungan las SMAW pada baja karbon rendah SS400. Metode yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium dengan variasi suhu perlakuan panas sebesar 300°C, 400°C, dan 500°C menggunakan dua media *quenching*, yaitu oli SAE 20-50 dan *aloevera*. Proses pengelasan dilakukan menggunakan arus 100 A, elektroda E7016, dan kampuh V. Pengujian kekuatan tekuk dilakukan dengan metode *face bend* mengacu pada standar ASTM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas efektif meningkatkan kekuatan *bending* baja SS400 dibandingkan tanpa perlakuan panas. Media *quenching* menggunakan oli menghasilkan kekuatan bending yang lebih tinggi dibandingkan *aloevera*. Kekuatan bending maksimum tercapai pada suhu 500°C dengan media oli sebesar 1503 kN/mm², sedangkan media *aloevera* menghasilkan 1436 kN/mm². Spesimen tanpa perlakuan panas menunjukkan kekuatan bending terendah. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa variasi temperatur dan jenis media *quenching* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan mekanik sambungan las.

Kata kunci: *Quenching*, SMAW, SS400, temperatur perlakuan panas, uji bending, kampuh V.



ABSTRACT

This research aims to determine the effect of heat treatment temperature variation (normalizing) after quenching on the bending strength of SMAW welded joints using low carbon steel SS400. The method employed was an experimental approach conducted in a laboratory setting with heat treatment temperature variations of 300°C, 400°C, and 500°C, using two types of quenching media: SAE 20-50 oil and aloe vera. Welding was carried out using a 100 A current, E7016 electrode, and V-groove joint configuration. The bending strength test was performed using the face bend method according to ASTM standards.

The results showed that heat treatment effectively increased the bending strength of SS400 compared to specimens without heat treatment. Quenching using oil produced higher bending strength compared to aloe vera. The highest bending strength was achieved at 500°C with oil quenching, reaching 1503 kN/mm², while aloe vera quenching reached 1436 kN/mm². Specimens without heat treatment showed the lowest bending strength. It can be concluded that both the heat treatment temperature and quenching media significantly affect the mechanical strength of the welded joints.

Keywords : Quenching, SMAW, SS400, heat treatment temperature, bending test, V-groove.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zaman semakin modern, di bidang konstruksi pengembangan teknologi semakin berkembang dan maju. Dalam bidang konstruksi tidak bisa dipisahkan dari system pengelasan karena mempunyai peranan cukup sangat penting dalam reparasi dan rekayasa logam. Setiap pembangunan suatu konstruksi hampir semua menggunakan material logam dan melibatkan unsur pengelasan. Keunggulan system pengelasan dalam penyambungan logam yaitu *relative* lebih ringan, lebih murah, serta menghasilkan kekuatan yang tinggi dan lebih bervariasi bentuk konstruksinya. Dalam lingkup konstruksi penggunaan teknik pengelasan sangat luas meliputi jembatan, perkapalan, rangka baja, sarana transportasi, pipa rel, saluran dan lain sebagainya.

Pengelasan (*WELDING*) adalah salah satu 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. [1]

Las SMAW merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas dan menggunakan elektroda sebagai bahan tambahannya. Sambungan las adalah sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara mengaplikasikan pemanasan lokal pada permukaan benda yang disambung. Perkembangan teknologi pengelasan saat ini memberikan alternatif yang luas untuk penyambungan komponen mesin atau struktur. Beberapa komponen mesin atau struktur tertentu sering dapat difabrikasi dengan pengelasan, dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan pengecoran atau tempa, tentunya dengan memperhatikan kekuatan dari sambungan tersebut. [2]

Pada daerah batas las di mana butir-butirnya sangat kasar, logam menjadi sangat getas dan disebut penggetasan batas las. [3] Selain terjadinya tegangan sisa dan logam menjadi getas, retak (*cracking*) juga dapat terjadi pada proses pengelasan. Retak merupakan salah satu cacat dalam pengelasan, dimana cacat

ini dapat terjadi pada daerah HAZ atau pada daerah logam dasar[4] . Untuk mengurangi hal tersebut dapat dilakukan heat treatment.

Proses heat treatment yaitu proses pemanasan dan pendinginan benda padat dengan kecepatan tertentu yang digunakan untuk memodifikasi sifat-sifat mekanis dan termal dari bahan logam. Tujuannya untuk menghilangkan ketidaksempurnaan dalam struktur bahan logam, meningkatkan keuletan, kekerasan, kekuatan dan ketahanan aus logam. Proses perlakuan panas terdiri : *annealing, normalizing, quenching, carburizing, tempering*.

Quenching adalah proses pengerasan logam untuk mendapatkan struktur martensit yang keras . Media quenching yang sering digunakan adalah media cair (air, oli, larutan polimer, larutan garam,) dan media gas (argon, helium, dan nitrogen)

Kampuh merupakan suatu tempat pengisian bahan lasan atau tempat elektroda agar lasan yang di buat menjadi kuat. Pada kampuh terdapat luas penampang sambungan las. Yang dimaksud dengan luas penampang Sambungan logam las merupakan suatu luas yang akan terisi logam las yang sering disebut dengan kampuh las. Logam las yang berisi dikit berarti bagian kampuh yang dibuat luas penampangnya kecil, begitu juga jika logam las tambahan berisi banyak berarti bagian kampuh yang dibuat luas penampangnya besar [1]

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,30%, baja karbon sedang mengandung 0,30 sampai 0,45% karbon dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45% sampai 1,70%.[3]. Pemanfaatan logam dalam setiap komponen mesin dan konstruksi bangunan tidak harus semuanya sama, namun harus disesuaikan dengan sifat, kekuatan dan penggunaan. Logam masih membutuhkan proses pengolahan, baik terhadap dimensi maupun sifat-sifat dasar yang dimilikinya dengan berbagai metode pengerjaannya, agar diperoleh kondisi yang memiliki kemampuan dan sifat yang diinginkan pada aplikasinya. [5]

Uji bending atau pengujian lentur adalah pengujian mekanis yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material pada kondisi lentur. Tujuan dari uji bending adalah untuk mengukur seberapa besar gaya beban yang dapat ditahan oleh sampel material sebelum terjadi kegagalan pada material tersebut. Dalam uji bending, suatu sampel material diberi beban lentur pada dua titik yang berlawanan sehingga sampel tersebut mengalami gaya tekukan.

Berdasarkan latar belakang diatas belum ada penelitian terdahulu yang melakukan penelitian terkait variasi temperature proses perlakuan panas terhadap sample dan media quenching untuk mengetahui kekuatan lengkung dan struktur micro, menggunakan pilihan kampuh V dan baja SS400 sebagai sample. Maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “ Pengaruh Variasi Temperatur Perlakuan Panas hasil Quenching pada pengelasan SMAW”

1.2 Rumusan Masalah

- Apakah ada pengaruh variasi temperature proses perlakuan panas pada lasan setelah Quenching, terhadap kekuatan baja?
- Bagaimana pengaruh media quenching terhadap lasan setelah proses *heat treatment*?

1.3 Batasan Masalah

- Material baja karbon rendah yang digunakan adalah SS400
- Proses pengelasan menggunakan las SMAW dengan arus 100 A
- Menggunakan elektroda E7016
- Kampuh pengelasan yang digunakan kampuh V
- Proses perlakuan panas (*normalizing*) dengan cara dibakar ditunggu menggunakan variasi temperature 300° C ,400° C , 500°C dan holding time selama 1 menit,dan tanpa perlakuan panas
- Media quenching menggunakan Oli SAE 20-50 dan Aloe vera
- Pengujian yang dilakukan uji bending
- Jenis pengujian bending (*face bend*)

1.4 Tujuan penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur perlakuan panas pada lasan setelah Quenching terhadap kekuatan baja
- b. Untuk mengetahui pengaruh media quenching oli sae dan *aloevera* terhadap lasan setelah proses *heat treatment*

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Dapat dijadikan referensi dan acuan bagi penelitian sejenisnya, khususnya dalam pengelasan SMAW terhadap sifat material uji bending
- b. Pada penelitian ini dapat diharapkan memberikan informasi yang baru mengenai sifat mekanik hasil proses las dengan beda jenis logam
- c. Penelitian ini diharapkan dapat mendapatkan wawasan serta memberikan pengetahuan bagi pembaca/masyarakat umum mengenai Pengaruh Variasi Temperatur Perlakuan Panas hasil Quenching pada pengelasan SMAW

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini akan diuraikan dalam beberapa bab yang kemudian dikembangkan menjadi sub-sub bab sehingga semua materi pembahasan yang dapat diterima secara sistematis dan terarah. Adapun sistematika penulisan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan terdiri atas latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori-teori dasar yang melandasi analisis penelitian sehingga dapat diperoleh pengertian dan pengetahuan yang menunjang analisis pembahasan ini yang diambil dari buku, literature, dan jurnal ilmiah.

BAB III METODE PENELITIAN

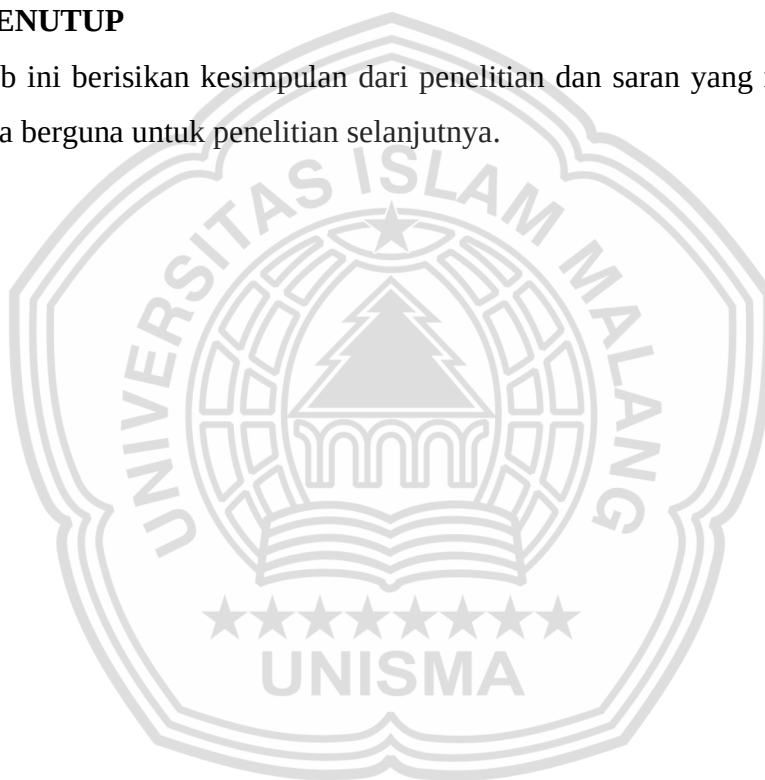
Bab ini penulis akan membahas metode penelitian dimana membahas waktu dan tempat penelitian, metode pengambilan data, variable data, dan diagram alir proses pengolahan data.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Didalam bab ini membahas tentang hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, serta mengolah data-data pengaruh variasi sudut kampuh pengelasan terhadap distorsi dan kekuatan tekuk yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian dan saran yang mungkin jika berguna untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada baja karbon rendah SS 400 pengelasan SMAW dengan variasi sudut kampuh maka dapat diambil kesimpulan :

- Untuk Analisa beban kekuatan tekuk yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Suhu perlakuan panas memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan hasil uji material. Jenis media pendingin, baik menggunakan Aloe vera maupun Oli, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan material setelah pengujian.
- Berdasarkan hasil uji ANOVA, nilai F hitung untuk faktor jenis media uji (0.1956) lebih kecil dari F tabel (5.3177), sehingga keputusan uji adalah gagal menolak H_0 . Ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis media pendingin (Aloe vera dan Oli) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan material.
- Hal yang sama juga berlaku pada interaksi antara media dan suhu, di mana nilai F hitung (0.2705) lebih kecil dari F tabel (4.0662). Oleh karena itu, tidak terdapat interaksi yang signifikan antara kedua faktor tersebut terhadap hasil uji.

5.2 Saran

- Pemilihan Suhu Perlakuan yang Efektif Karena hasil uji menunjukkan bahwa suhu perlakuan berpengaruh signifikan terhadap kekuatan hasil uji, maka pemilihan suhu yang tepat menjadi faktor krusial dalam proses perlakuan panas. Suhu sekitar 500°C dapat dipertimbangkan karena menunjukkan nilai kekuatan paling tinggi dalam data percobaan.
- Perlu dilakukan pengujian mikrostruktur untuk memahami lebih dalam perubahan fasa dan struktur kristal akibat perlakuan panas dan pendinginan, sehingga dapat menjelaskan korelasi langsung terhadap peningkatan kekuatan bending.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Sonawan and R. Suratman, “Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam,” pp. 1–140, 2006.
- [2] A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, “Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW,” *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 36, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.
- [3] H. Wiryosumarto and T. Okumura, “TEKNOLOGI PENGELASAN LOGAM,” vol. 1, 2000.
- [4] R. Siswanto, “Buku ajar teknologi pengelasan (HMKB791),” *Tek. Mesin Univeristas Lambung Mangkurat*, pp. 1–20, 2018.
- [5] N. Effendi, “Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja S45C Pada Pengelasan Smaw Dengan Variasi Media Quench,” *J. Ilm. Pendidik. Tek. dan Kejuru.*, vol. 12, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.20961/jiptek.v12i1.28916.
- [6] A. Farhan, U. Budiarto, and A. W. B. Santosa, “Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan Flux-Cored Arc Welding (FCAW) Dengan Variasi Suhu Normalizing,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, p. 323, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [7] I. Triwijaya *et al.*, “Pengaruh Proses Post Weld Heat Treatment (Pwht) Pada Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Tarik Baja St 60,” vol. 13, no. 1, pp. 1290–1296, 2022.
- [8] A. H. A. Rasyid, “PENGARUH SUHU TEMPERING TERHADAP KETAHANAN BENDING DAN STUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA SS400 SETELAH PROSES QUENCING DENGAN LARUTAN NaCl Alif Khairur

- Rizqi Akhmad Hafizh Ainur Rasyid Abstrak,” vol. 07, pp. 79–84, 2018.
- [9] R. Rusnoto, A. Prasetyo N, I. S, and G. RW, “Variasi Temperatur Pemanasan Mula Pada Sifat Mekanik Pengelasan Baja Ss400,” *Surya Tek.*, vol. 6, pp. 1–4, 2022, doi: 10.48144/suryateknika.v6i2.1344.
- [10] D. Y. Akbar, D. R. Hartana, P. Studi, T. Mesin, and F. T. Industri, “Pengaruh Temperatur Preheat,” vol. 01, no. 01, pp. 47–56, 2020.
- [11] Mulyadi and Iswanto, *Buku Ajar Teknologi Pengelasan*. 2020.
- [12] M. A. P. Famoesa, P. I. S, and E. Pranatal, “Pengaruh variasi sudut kampuh v pada sambungan las fcaw dari material baja ss 400,” *e-Journal ITATS*, vol. 2, pp. 85–93, 2020.
- [13] B. A. Hanggara and M. R. Harahap, “Pengaruh Posisi Pengelasan SMAW Dengan Variasi Posisi Elektroda E3086 Terhadap Kekuatan Impak Pada Stainless Steel AISI 304,” *Piston*, vol. 4, no. 1, pp. 22–28, 2019.
- [14] A. F. Maulana, P. Hartono, and U. Lesmanah, “Analisis Kekuatan.Tarik.Dan Bending Pada.Sambungan.Baja ST.40 Dengan Variasi Arus Pengelasan SMAW,” *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 1–52, 2021, doi: 10.21608/pshj.2022.250026.
- [15] M. Jordi, H. Yudo, and S. Jokosisworo, “Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 4, p. 785, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [16] I. Hamdi, T. -, and H. Oktadinata, “Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan Terhadap Distorsi Dan Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Ss400 Menggunakan Metode Gmaw,” *J. Ilm.*



Tek. Mesin, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi:
10.33558/jitm.v8i1.1998.



