

STUDI PENGARUH KUAT ARUS LAS DAN KECEPATAN KAWAT LAS PADA PENGELASAN GMAW BAJA ST-37 TERHADAP SIFAT TARIK DAN LENTUR

Abram Tangkemanda¹, Anthonius², Sitti Sahriana³, Syaharuddin Rasyid^{4*}, Akbar^{5**}, Irfan Jaya^{6**}
^{1, 2, 3, 4, 5, 6.} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The study aimed to analyze changes in the mechanical properties (tensile and flexural properties) of St-37 Steel welded with a GMAW welding machine (DEIDEN Brand). The testing materials and equipment were St-37 steel plate (100x100x5.5mm) as specimen material, electrode type ER 70 S – 6 0.8 mm in diameter, CO₂ gas, GMAW welding machine (Deiden Brand), grinding milling machine, and testing machine. tensile, and bending testing machine. The methods used are underhand welding, V-Grove joints, welding currents of 70, 90, and 110 Amperes, welding wire speeds of 4, 5, and 6 mm/second, and CO₂ gas pressure of 2-5 Bar at a rate of 10 Liters/minute. Universal Testing Machine (Galbadini brand) was used to test the tensile and flexural properties. Tensile test results data include elastic tensile force; maximum pulling force; pulling force when breaking; and extension. Flexural test data includes: elastic bending force; maximum bending force, and bending. Based on these test data, the tensile stress, breaking strain, flexural strength, and deflection angle are calculated. Calculation results are displayed in graphical form and analyzed descriptively. The research results are; 1) The greater the strength of the welding current and the speed of the welding wire used in welding, the higher the tensile stress, bending stress, and bending angle, but the lower the breaking strain. The welding current has a more dominant influence than the speed of the welding wire; 2) The highest tensile stress (395.26 MPa), highest bending stress (1933.88 MPa), and highest bending angle (1.15°) occurred at a welding wire speed of 6 mm/second and a welding current strength of 110 Amperes; 3) No visible cracks in the welded joints using the MEEK DEIDEN GMAW welding machine. This shows that the DEIDEN brand welding machine has good welding ability.

Keywords: *Welding Current, wire speed, Tensile and Bending Properties, DEIDEN Welding Machine*

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menganalisis perubahan sifat mekanis (sifat tarik dan lentur) pada Baja St-37 yang dilas dengan mesin las GMAW (Merek DEIDEN). Bahan dan peralatan pengujian adalah pelat baja St-37 (100x100x5,5mm) sebagai bahan spesimen, elektroda tipe ER 70 S – 6 diameter 0,8 mm, gas CO₂, mesin las GMAW (Merek Deiden), mesin gerinda mesin frais, mesin uji tarik, dan mesin uji lentur. Metode yang digunakan adalah pengelasan bawah tangan, sambungan V-Grove, arus las 70, 90, dan 110 Amper, kecepatan kawat las 4, 5, dan 6 mm/detik, dan tekanan gas CO₂ 2-5 Bar dengan laju 10 Liter/menit. Universal Testing Machine (merek Galbadini) digunakan untuk menguji sifat tarik dan sifat lentur. Data hasil pengujian tarik meliputi: gaya tarik elastisitas; gaya tarik maksimum; gaya tarik saat putus; dan perpanjangan. Data pengujian lentur meliputi: gaya lentur elastisitas; gaya lentur maksimum, dan lenturan. Berdasarkan data pengujian ini kemudian dihitung tegangan tarik, regangan putus, kekuatan lentur, dan sudut defleksi. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisa secara deskriptif. Hasil penelitian adalah; 1) Semakin besar kuat arus pengelasan dan kecepatan kawat las yang digunakan dalam pengelasan, maka tegangan tarik, tegangan lentur, dan sudut lentur semakin tinggi, namun regangan putus semakin rendah. Kuat arus las memberikan pengaruh yang lebih dominan dibanding kecepatan kawat las; 2) Tegangan tarik tertinggi (395.26 MPa), tegangan lentur tertinggi (1933.88 MPa), dan sudut lentur tertinggi (1.15°) terjadi pada kecepatan kawat las 6 mm/detik dan kuat arus las 110 Amper; 3) Tidak terlihat keretakan pada sambungan las dengan menggunakan mesin las GMAW merek DEIDEN. Ini menunjukkan bahwa mesin las merek DEIDEN memiliki kemampuan mengelas yang baik.

Kata Kunci: *Arus Las, Kecepatan Kawat, Sifat Tarik dan Lentur, Mesin Las DEIDEN*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan teknik pengelasan untuk menggabungkan logam semakin populer saat ini. Teknik pengelasan banyak digunakan pada konstruksi bangunan dan konstruksi mesin. Teknik pengelasan memiliki beberapa kelebihan antara lain; biaya rendah, pemasangan yang sangat cepat, dan bentuk konstruksi yang bervariasi. Namun harus dipahami bahwa sambungan las memiliki kekurangan selain kelebihanannya.

* Korespondensi penulis: Syaharuddin Rasyid, syaharuddinrasyid@poliupg.ac.id

** Mahasiswa Tingkat Sarjana (S1)

Diantaranya adalah munculnya lonjakan tegangan besar yang disebabkan oleh perubahan mikrostruktur di sekitar lasan yang mengurangi kekuatan material, adanya tegangan sisa, adanya cacat, dan patah [1-2].

Pengelasan Gas Aktif Logam, atau pengelasan MAG, telah banyak digunakan di sektor konstruksi untuk sambungan bangunan. Gas tunggal yang digunakan dalam bentuk pengelasan MIG ini, yang dikenal sebagai pengelasan MAG, adalah CO₂, bukan gas mulia seperti argon atau helium. Ada dua manfaat menggunakan gas MAG. Pertama, penetrasi dalam logam induk dapat dikontrol berkat operasi otomatis dari pengisi kecepatan pengumpanan logam. Keduanya sama-sama efektif untuk mengelas pelat tipis maupun tebal.

Kualitas las pada las MAG dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain; tingkat keahlian welder, arus pengelasan, kecepatan pengelasan, polaritas arus listrik, debit (debit) gas pelindung, jenis filler, kelembaban udara ruang, jenis bahan, kebersihan bahan. Gas pelindung pada las MAG yang biasa dipakai adalah gas Carbon dioksida. Debit gas Carbon dioksida berfungsi sebagai gas pelindung dari udara bebas. Dari pengalaman empiris, jika debit gas Carbon dioksida pada pengelasan MAG kurang besar maka hasil pengelasan akan terlihat banyak porositas (lubang halus) yang bisa dianggap sebagai cacat [3].

Penetrasi dan kecepatan leleh las meningkat dengan meningkatnya arus listrik. Selain itu, arus listrik yang kuat membantu memperkuat manik-manik las dan mengurangi percikan butiran. Namun, daerah HAZ akan tumbuh karena peningkatan arus listrik [4-5].

Penetrasi dan laju leleh logam dasar dipengaruhi oleh proses pengelasan. Penetrasi dan kecepatan leleh meningkat dengan meningkatnya arus pengelasan. Aliran arus proses pengelasan berdampak pada lasan akhir. Jika arus terlalu rendah, busur listrik yang terbentuk tidak stabil dan perpindahan cairan dari ujung elektroda sangat sulit. Kekuatan arus pengelasan menggunakan berbagai prosedur pengelasan telah menjadi subyek beberapa penelitian di masa lalu [4-6].

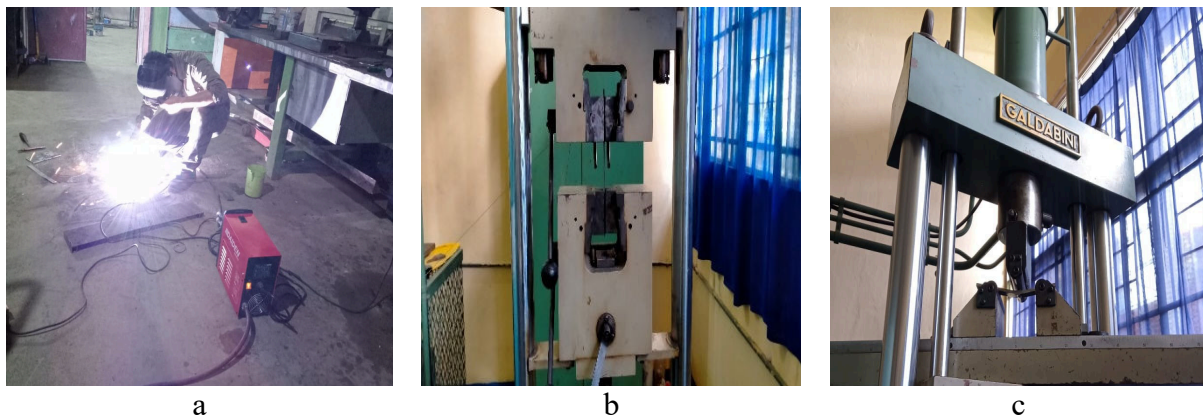
Banyak percobaan pengelasan telah menunjukkan bahwa las MAG secara substansial lebih unggul daripada bentuk pengelasan lainnya dalam hal kualitas las. Kekuatan dan ketangguhan las secara keseluruhan, serta kualitas las secara keseluruhan [7]. Putra menyatakan bahwa hasil pengelasan dipengaruhi oleh arus pengelasan. Area las menjadi lebih keras dengan semakin tingginya arus pengelasan. Pada arus 130 Amper menghasilkan kekerasan maksimum sebesar 82,7 HRB. Tegangan pengelasan maksimum berkisar antara 327,21 MPa pada arus 90 Amper (terendah) hingga 354,18 MPa pada arus 110 Amper (tertinggi). Nilai tegangan leleh pengelasan terendah adalah 252,83 MPa pada arus 130 amp, sedangkan nilai tegangan leleh pengelasan tertinggi adalah 298,44 MPa pada arus 110 Amper [8]. Baskoro dkk. menyatakan bahwa menaikkan arus pengelasan akan meningkatkan lebar manik las dan distorsi, tetapi jika menaikkan kecepatan pengelasan akan menurunkan lebar manik las dan distorsi. Pada arus pengelasan 125 A dan kecepatan pengelasan 3,6 mm/s menghasilkan lebar manik las atas dan bawah yang terbesar 8,062 mm dan 4,984 mm. Distorsi lentur membujur dan distorsi sudut yang terbesar adalah 1,748 mm dan 4,076 derajat pada arus dan kecepatan pengelasan masing-masing sebesar 125 A dan 3,6 mm/s [9].

Bengkel Las, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) adalah salah satu fasilitas pendukung kegiatan praktek mahasiswa Jurusan Teknik Mesin. Saat ini terdapat 5-unit mesin las jenis GMAW (Gas Metal Arc Welding) merek DEIDEN. Kawat yang dipakai ada dua jenis yaitu kawat dengan diameter 0.6 mm dan kawat las dengan diameter 0.8 mm. Namun, mesin las tersebut belum digunakan sehingga parameter las (arus las dan kecepatan kawat las) yang tepat belum diperoleh. Mesin ini memiliki pengaturan kuat arus (Amper) dan kecepatan kawat las (wire speed). Umumnya mesin las GMAW memiliki pengatur arus, tegangan, dan wire speed, sehingga mesin las GMAW merek HEIDEN masih perlu dianalisis kareakterisasinya

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan sifat mekanis (sifat tarik dan lentur) pada Baja St-37 yang dilas dengan mesin las GMAW (Merek DEIDEN). Parameter penelitian adalah: a. Pengelasan bawah tangan; b. Sambungan V Groove; c. Arus las 70, 90, dan 110 Amper; d. Kecepatan kawat las 4, 5, dan 6 mm/detik. e. Tekanan gas CO₂ 2-5 Bar, dengan laju aliran 10 liter/menit.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan peralatan pengujian yang digunakan adalah pelat baja St-37 (100x100x5,5mm) sebagai bahan spesimen, elektroda tipe ER 70 S – 6 diamter 0,8 mm, gas CO₂, mesin las GMAW (Merek Deiden), mesin gerinda mesin frais, mesin uji tarik dan mesin uji lentur. Metode pengelasan yang digunakan adalah pengelasan bawah tangan, sambungan V-Groove, arus las 70, 90, dan 110 Amper, kecepatan kawat las 4, 5, dan 6 mm/detik, dan tekanan gas CO₂ 2-5 Bar dengan laju 10 Liter/menit. Universal Testing Machine (merek Galbadini) digunakan untuk menguji sifat tarik dan sifat lentur. Dokumentasi proses pengelasan dan proses pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

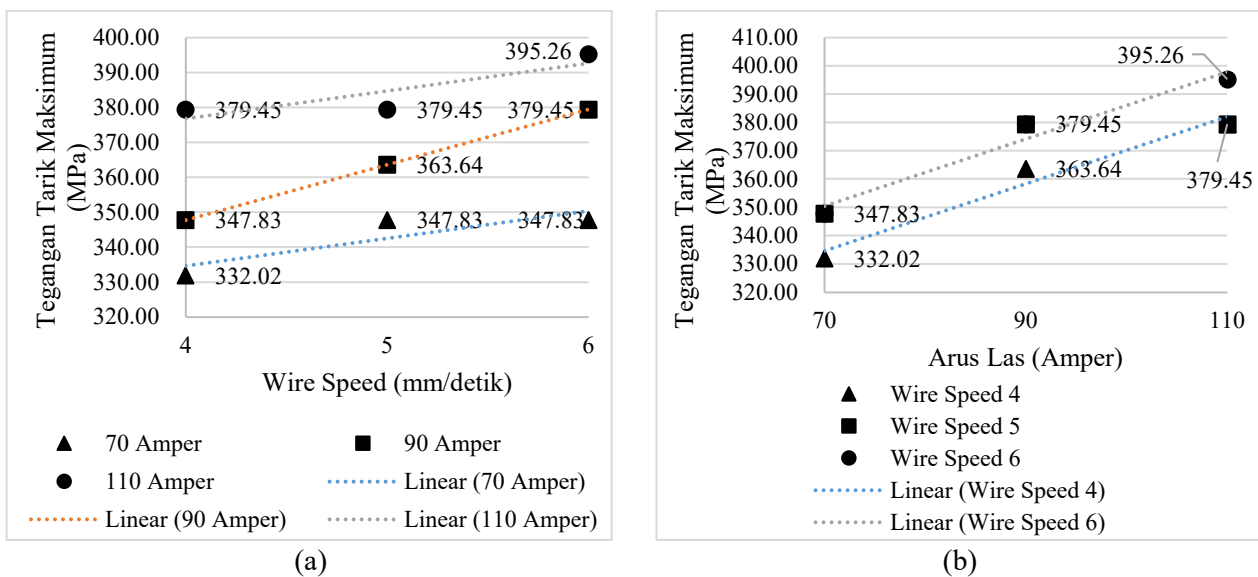


Gambar 1. Proses pengelasan bawah tangan (a), pengujian tarik (b), dan pengujian lentur (c).

Data hasil pengujian tarik meliputi: gaya tarik elastisitas; gaya tarik maksimum; gaya tarik saat putus; dan perpanjangan. Data pengujian lentur meliputi: gaya lentur elastisitas; gaya lentur maksimum, dan lenturan. Berdasarkan data pengujian ini kemudian dihitung tegangan tarik dan regangan, kekuatan lentur dan sudut defleksi. Selanjutnya hasil perhitungan ini ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisa secara deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

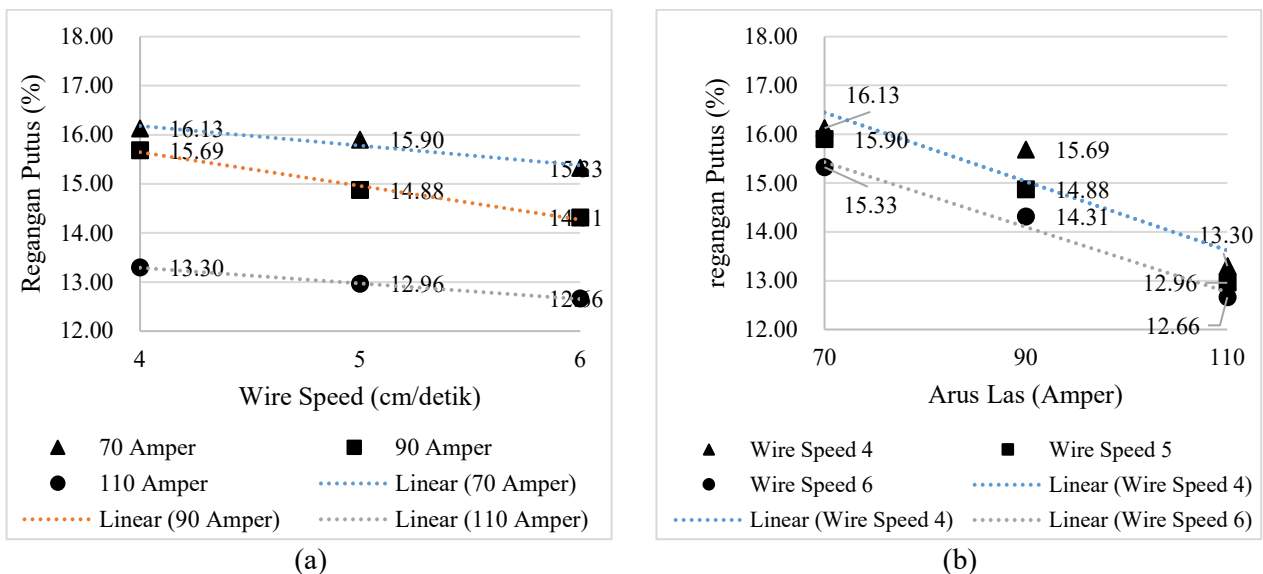
Berdasarkan data hasil pengujian tarik pada sambungan las Baja St-37, maka dapat dianalisis hubungan tegangan tarik dan regangan tarik terhadap kecepatan kawat las (wire speed) dan arus las (Gambar 2 – 3).



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Tegangan Tarik Maksimum dan Wire Speed (a), Arus Las (b) pada sambungan las GMAW Baja St-37

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa tegangan tarik tertinggi (395.26 MPa) terjadi pada wire speed 6 mm/detik dan kuat arus las 110 Amper. Semakin besar kecepatan kawat las dan arus pengelasan, maka tegangan tarik maksimum semakin besar. Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sulistiyo dkk. [8] yang menyatakan bahwa nilai tegangan tarik dipengaruhi oleh kuat arus las dan nilai tegangan tarik tertinggi dimiliki arus las 110A.

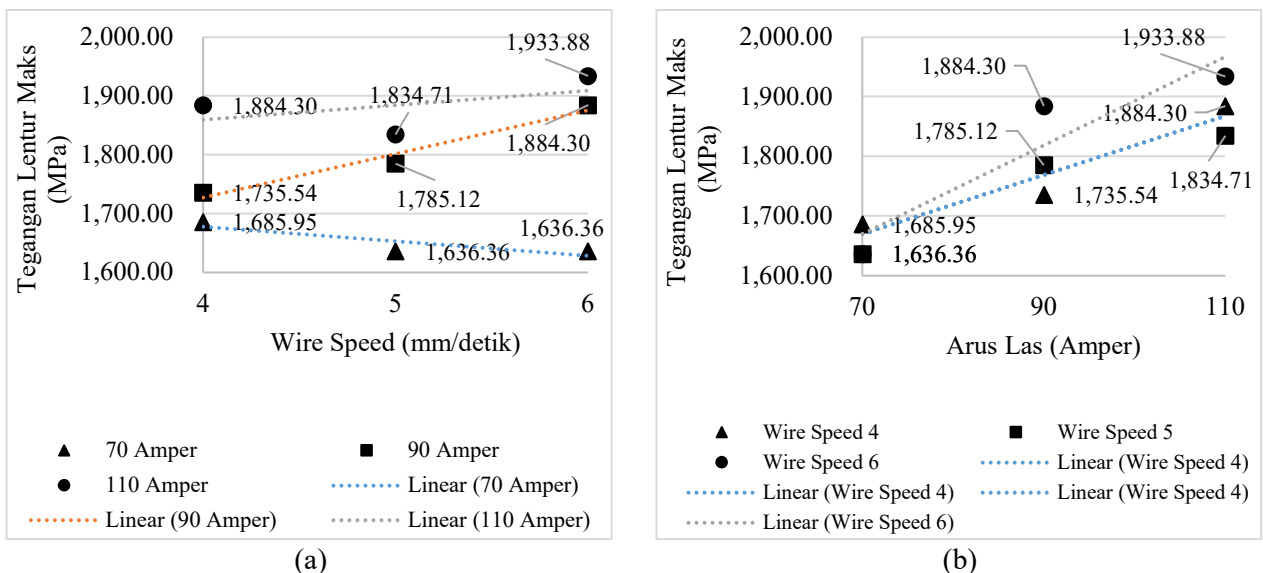
Jika dilihat dari kemiringan garis regresi linear, maka arus las memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan tegangan tarik bila dibandingkan dengan kecepatan kawat las (wire speed). Hal penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Baskoro dkk. [9] yang menyatakan bahwa kuat arus memberikan pengaruh yang lebih dominan dibanding kecepatan pengelasan.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Regangan Putus dan Wire Speed (a), Arus Las (b) pada sambungan las GMAW Baja St-37

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa regangan putus tertinggi (16.13 %) terjadi pada wire speed 4 mm/detik dan kuat arus las 70 Amper. Semakin besar kecepatan kawat las dan arus pengelasan, maka regangan putus semakin kecil. Hal ini sesuai dengan sifat bahan bahwa semakin tinggi tegangan tariknya maka perpanjangan atau regangan bahan semakin rendah. Jika dilihat dari kemiringan garis regresi linear, maka arus las memiliki pengaruh yang signifikan dalam menurunkan regangan putus bila dibandingkan dengan kecepatan kawat las (wire speed).

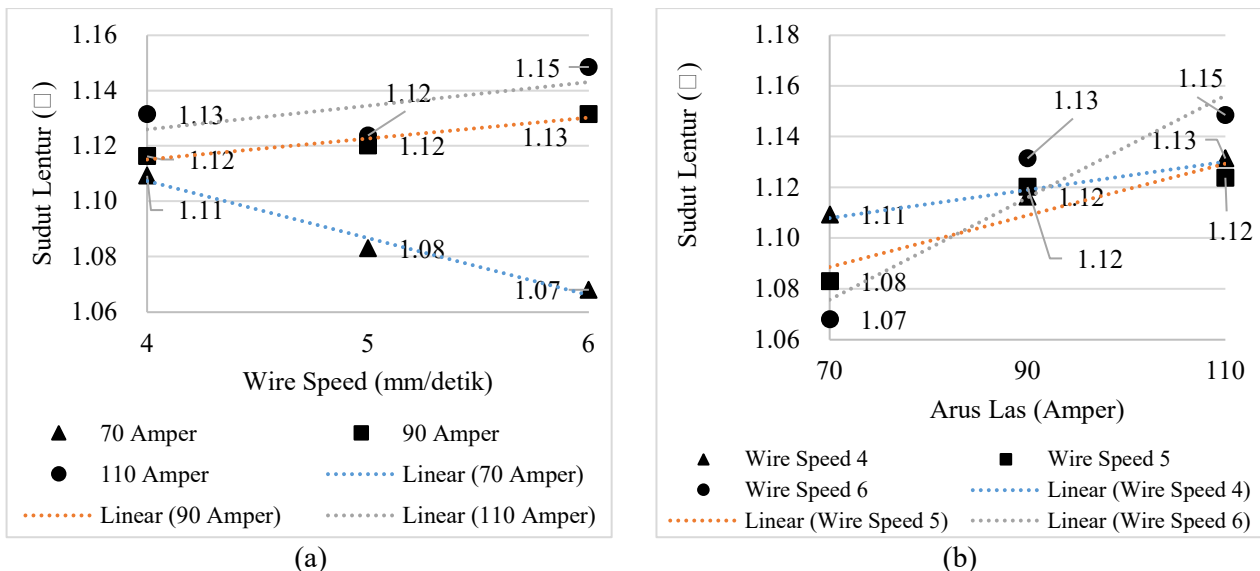
Berdasarkan data hasil pengujian lentur, maka dapat dianalisa hubungan antara tegangan lentur maksimum dan sudut lentur maksimum terhadap arus las dan wire speed (Gambar 4 – 5).



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Tegangan Lentur Maksimum dan Wire Speed (a), Arus Las (b) pada sambungan las GMAW Baja St-37

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa tegangan lentur tertinggi (1933.88 MPa) terjadi pada wire speed 6 mm/detik dan kuat arus las 110 Amper. Semakin besar kecepatan kawat las dan arus pengelasan, maka regangan lentur semakin besar, kecuali pada arus 70 Amper tegangan lentur menurun seiring dengan penambahan kecepatan kawat las. Secara umum kecepatan kawat las dan arus las berpengaruh terhadap kenaikan tegangan lentur. Jika ditinjau dari prosentase kenaikan rata-rata tegangan lentur terhadap

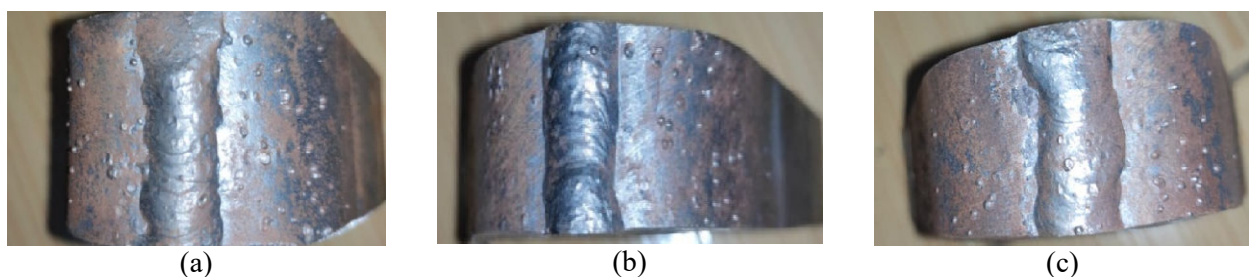
kecepatan kawat las dan arus las, maka kuat arus las (6%) lebih dominan dibandingkan kecepatan kawat las (1%). Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Baskoro dkk. [9] yang menyatakan bahwa nilai kuat arus memberikan pengaruh yang lebih dominan dibanding kecepatan pengelasan.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Sudut Lentur Maksimum dan Wire Speed (a), Arus Las (b) pada sambungan las GMAW Baja St-37

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa sudut lentur tertinggi (1.15°) terjadi pada wire speed 6 mm/detik dan kuat arus las 110 Amper. Semakin besar kecepatan kawat las dan arus pengelasan, maka sudut lentur semakin besar, kecuali pada arus 70 Amper sudut lentur menurun seiring dengan penambahan kecepatan kawat las. Secara umum kecepatan kawat las tidak berpengaruh terhadap sudut lentur dan arus las berpengaruh terhadap kenaikan sudut lentur. Prosentase kenaikan rata-rata tegangan lentur terhadap kecepatan kawat las dan arus las, maka kuat arus las (2%) lebih dominan dibandingkan kecepatan kawat las (0%). Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Baskoro dkk. [9] yang menyatakan bahwa nilai kuat arus memberikan pengaruh yang lebih dominan dibanding kecepatan pengelasan.

Gambar 6 menunjukkan contoh hasil uji lentur sampai beban maksimum dengan variasi kuat arus las (70, 90, dan 110 Amper) pada kecepatan kawat las 5 mm/detik.



Gambar 6. Hasil uji lentur pada parameter 70 Amper (a), 90 Amper (b), (c) 110 Amper pengelasan GMAW pada Baja St-37

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 6 diketahui bahwa tidak terlihat keretakan pada sambungan las setelah diuji bending sampai gaya lentur maksimum. Ini menunjukkan bahwa hasil pengelasan baja St-37 menggunakan mesin las GMAW merek HEIDEN dengan variasi arus las 70, 90, dan 110 Amper, menghasilkan sambungan yang kuat dan penetrasi las yang baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian tentang pengaruh arus pengelasan dan kecepatan kawat las terhadap sifat tarik dan sifat lentur pada tidal pengelasan GMAW Baja ST-37 menggunakan mesin las GMAW (merek DEIDEN), maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1. Semakin besar kuat arus pengelasan dan kecepatan kawat

las yang digunakan dalam pengelasan, maka tegangan tarik, tegangan lentur, dan sudut lentur semakin tinggi, namun regangan putus semakin rendah. Kuat arus las memberikan pengaruh yang lebih dominan dibanding kecepatan kawat las. 2. Tegangan tarik tertinggi (395.26 MPa), tegangan lentur tertinggi (1933.88 MPa), dan sudut lentur tertinggi (1.15°) terjadi pada kecepatan kawat las 6 mm/detik dan kuat arus las 110 Amper. 3. Tidak terlihat keretakan pada sambungan las dengan menggunakan mesin las GMAW merek DEIDEN. Ini menunjukkan bahwa mesin las GMAW merek DEIDEN memiliki kemampuan mengelas yang baik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: 1). Pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dukungan dana yang diberikan, 2). Ketua, sekretaris, dan staf Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat PNUP atas arahan dan kepercayaan yang diberikan, dan 3). Anggota tim pelaksana penelitian atas kerjasamanya dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Mudjanarko, S. W. *Material Konstruksi*. Narotama University Press. 2018.
- [2] Agus, S., & Pramono, J. *Teknik Pengelasan Gas Metal (MIG/MAG) SMK/MAK XI. Program Keahlian Teknik Mesin. Kompetensi Keahlian Teknik Pengelasan (Edisi Revisi)*. Penerbit Andi. 2021.
- [3] Abidin, M. R., Hidayat, T., & Yuwita, P. E. Studi Pengaruh Variasi Arus Dan Sudut Pengelasan Metal Active Gas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Baja Sg295. *SPINDEL JURNAL: Jurnal Ilmu dan Terapan Teknik Mesin*, 1(1). 2022.
- [4] Fakri1, Z. Bukhari, Juhan, N. Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan GMAW terhadap Ketangguhan Sambungan Baja AISI 1050. *Journal of Welding Technology*. Volume 1, No. 1, June 2019.
- [5] Nasrul dan Yogi L.M. Pengaruh Variasi Arus Las SMAW terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 dan St 37, *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 24. No. 1, 2016. Universitas Negeri Malang.
- [6] Arrahman, A. (2014). *Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Tegangan Bending Dan Perubahan Struktur Mikro Pada Baja St 45 (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya)*.
- [7] Putra, R. H. S. *Karakteristik Pada Logam Baja Paduan dengan Menggunakan Metoda X-Ray Fluorosence (XRF) dan Optical Emission Spectroscopy (OES)*. Universitas Negeri Yogyakarta. 2018.
- [8] Sulistiyo, B., Purwanto, H., & Syafa'at, I. Analisis Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Struktur Makro, Mikro dan Sifat Mekanik Pada Material Baja Karbon ASTM A36. *Momentum*, 17(1). 2021.
- [9] Baskoro, A. S., Prasetya, D. R. B., & Widyianto, A. Analisis Pengaruh Arus Pengerasan dan Kecepatan Pengelasan Terhadap Lebar Manik Las dan Distorsi pada Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) dengan Sambungan Tumpul SS 304. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 14(2), 52-57. 2019.