UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Variasi Frekuensi terhadap Struktur Mikro dan Sifat-Sifat Mekanik Las Pulsed Metal Inert Gas (P-MIG) Logam Aluminium Paduan AA5083
Gregorius Manuel Dharmawan, Prof. Ir. Mochammad Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pengelasan sebagai metode penyambungan logam sangat umum digunakan karena menghasilkan sambungan yang kaku dan lebih ringkas tanpa tambahan komponen lain. Pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) adalah metode pengelasan lebur yang menggunakan panas untuk menyatukan material dasar dengan logam pengisi yang melebur ke dalam kolam las. Proses pengelasan MIG dapat dilakukan secara manual, semi-otomatis, atau otomatis sepenuhnya. Pada pengelasan logam aluminium paduan AA5083 yang umum digunakan dalam industri perkapalan, kendala yang ditemui adalah pelunakan pada daerah las dan HAZ karena sifat aluminium seri 5xxx yang *non heat-treatable*. Masalah ini tentu menjadi penghambat dalam industri yang menggunakan material ini. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang dapat mengatur masukan panas pada saat proses pengelasan aluminium AA5083. Teknologi *pulsed* MIG (P-MIG) menawarkan kontrol panas melalui osilasi arus puncak yang melelehkan logam dan arus dasar yang menjaga nyala busur las. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek pengelasan P-MIG pada frekuensi tertentu dengan pengelasan MIG konvensional sebagai pembandingnya.

Material AA5083 dengan ketebalan 4 mm dilas dengan logam pengisi ER5356 yang dipasangkan dengan lengan robot dan inverter las digital yang dapat memberikan efek *pulsed*. Pada pengelasan konvensional, tegangan dan arus yang digunakan sebesar 23 V dan 100 A, keduanya konstan sepanjang proses pengelasan. Pada pengelasan *pulsed* MIG, digunakan variasi frekuensi 400 Hz, 500 Hz, dan 600 Hz dengan perbandingan waktu puncak dan waktu dasar 2:3, arus puncak dan arus dasar 100 A dan 30 A, serta tegangan 23 V. Setelah proses pengelasan, masing-masing pelat kemudian dibentuk menjadi spesimen untuk metalografi, pengujian kekerasan *micro Vicker's*, tarik (ASTM E8), dan perambatan retak kelelahan (ASTM E647).

Hasil pengujian menunjukkan pengelasan P-MIG khususnya pada frekuensi 500 Hz menghasilkan las yang lebih unggul dibandingkan pengelasan MIG konvensional. Hal ini disebabkan formasi butir pengelasan *pulsed* lebih baik dibandingkan pengelasan konvensional dengan ukuran lengan *equiaxed dendrite* yang lebih pendek dari pengelasan konvensional, menjadikan butirannya lebih halus. Pengelasan P-MIG frekuensi 500 Hz mencatatkan rata-rata diameter butir hanya sebesar 65,45 µm, sedangkan MIG konvensional sebesar 82,02 µm. Terjadi perbaikan sifat mekanik kekerasan dengan nilai kekuatan tarik maksimal spesimen P-MIG frekuensi 500 Hz mencapai 228,3 MPa dan elongasi 12,87% sedangkan pada pengelasan konvensional pada 220,5 MPa dan elongasi 4,95%. Ketahanan lelah mengikuti Persamaan Paris ($dA/dN=C(\Delta K)^n$) dengan nilai konstanta C dan n pada pengelasan P-MIG frekuensi 500 Hz sebesar 3,44E-08 dan 3,52 dibandingkan dengan pengelasan MIG konvensional sebesar 4,63E-08 dan 3,54.

Kata kunci: AA5083, P- MIG, MIG konvensional, struktur mikro, kekuatan tarik, kekerasan mikro, laju perambatan retak lelah.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Variasi Frekuensi terhadap Struktur Mikro dan Sifat-Sifat Mekanik Las Pulsed Metal Inert Gas (P-MIG) Logam Aluminium Paduan AA5083
Gregorius Manuel Dharmawan, Prof. Ir. Mochammad Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Welding as a material joining method is very commonly used because it produces a rigid and more compact joint without the need for additional components. Metal Inert Gas (MIG) welding is a fusion welding method that uses heat to join the base material with a filler metal that melts into the weld pool. The MIG welding process can be performed manually, semi-automatically, or fully automatically. When welding AA5083 aluminum alloy, which is widely used in the shipbuilding industry, a common challenge is the softening of the weld zone and HAZ due to the non-heat-treatable nature of the 5xxx series aluminum. This problem certainly hinders industries that use this material. Therefore, a solution is needed to regulate the heat input during the welding process of AA5083 aluminum. pulsed MIG (P-MIG) technology offers heat control through the oscillation of a peak current that melts the metal and a base current that maintains the welding arc. This study aims to investigate the effect of P-MIG welding at specific frequencies, using conventional MIG welding as a benchmark.

AA5083 material with a thickness of 4 mm was welded using ER5356 filler metal, paired with a robotic arm and a digital welding inverter capable of producing pulsed effects. In conventional welding, the voltage and current used were 23 V and 100 A, both constant throughout the welding process. In pulsed MIG welding, frequency variations of 400 Hz, 500 Hz, and 600 Hz were applied with a peak-to-base time ratio of 2:3, peak and base currents of 100 A and 30 A, and a voltage of 23 V. After the welding process, each plate was then shaped into specimens for metallography, micro Vicker's hardness testing, tensile testing (ASTM E8), and fatigue crack propagation testing (ASTM E647).

The test results show that P-MIG welding, particularly at a frequency of 500 Hz, produces a superior weld compared to conventional MIG welding. This is due to the better grain formation in pulsed welding compared to conventional welding, with equiaxed dendrite arm spacing shorter than that of conventional welding, resulting in finer grains. P-MIG welding at 500 Hz recorded an average grain diameter of only 65.45 μm, whereas conventional MIG welding produced 82.02 μm. Improvements in mechanical properties were observed, with the maximum tensile strength of the P-MIG 500 Hz specimen reaching 228.3 MPa and elongation of 12.87%, compared to conventional welding at 220.5 MPa and elongation of 4.95%. Fatigue resistance followed the Paris equation ($dA/dN = C(\Delta K)^n$), with the Paris constants C and n for P-MIG welding at 500 Hz being 3.44×10^{-8} and 3.52, respectively, compared to conventional MIG welding at 4.63×10^{-8} and 3.54.

Keywords: AA5083, P-MIG, conventional MIG, microstructure, tensile strength, microhardness, fatigue crack growth rate.