

**PENGARUH POST-WELD HEAT TREATMENT DAN ARAH PENGELASAN TIG
(TUNGSTEN INERT GAS) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO
PADA PENYAMBUNGAN ALUMINIUM PADUAN 6061**

Sofyan Abdillah^{1*}, Gunawan Dwi Hariyadi,² AP. Bayuseno², Seon Jin Kim³

¹Program Studi Magister Teknik Mesin, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

³School of Mechanical and Automotive Engineering, Pukyong National University,
Busan, 608-739, Korea

*E-mail : rozimaris@yahoo.com

Abstrak

Arah pengelasan pada material biasanya longitudinal terhadap arah pengerolan material (isotrop). Pada pemakaian untuk desain, tidak jarang arah beban membentuk sudut tertentu terhadap arah pengelasan. Maka pada penelitian ini akan dikaji pengelasan TIG pada Aluminium paduan 6061 dengan arah longitudinal dan 45° terhadap arah pengerolan material . Hasil pengelasan dilakukan post-weld heat treatment (PWHT) yang akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. Pengujian yang dilakukan : uji komposisi kimia, uji kekerasan, uji SEM (Scanning Electron Microscopy), uji tarik. Base metal diuji komposisi kimia, kemudian dilakukan pengelasan TIG dengan arah longitudinal dan 45° terhadap arah pengerolan. Sebagian spesimen langsung diuji kekerasan, uji tarik dan uji SEM. Sebagian spesimen yang lain di lakukan post-weld heat treatment (PWHT) , kemudian diuji kekerasan, uji tarik dan uji SEM. Hasil pengujian didapatkan pada PWHT, sifat mekanik dan struktur mikronya berubah dibandingkan tanpa PWHT yaitu % elongation naik 28.81 % sampai 48.66% (ductility / keuletan meningkat), ditandai dengan perubahan struktur mikro yang halus.

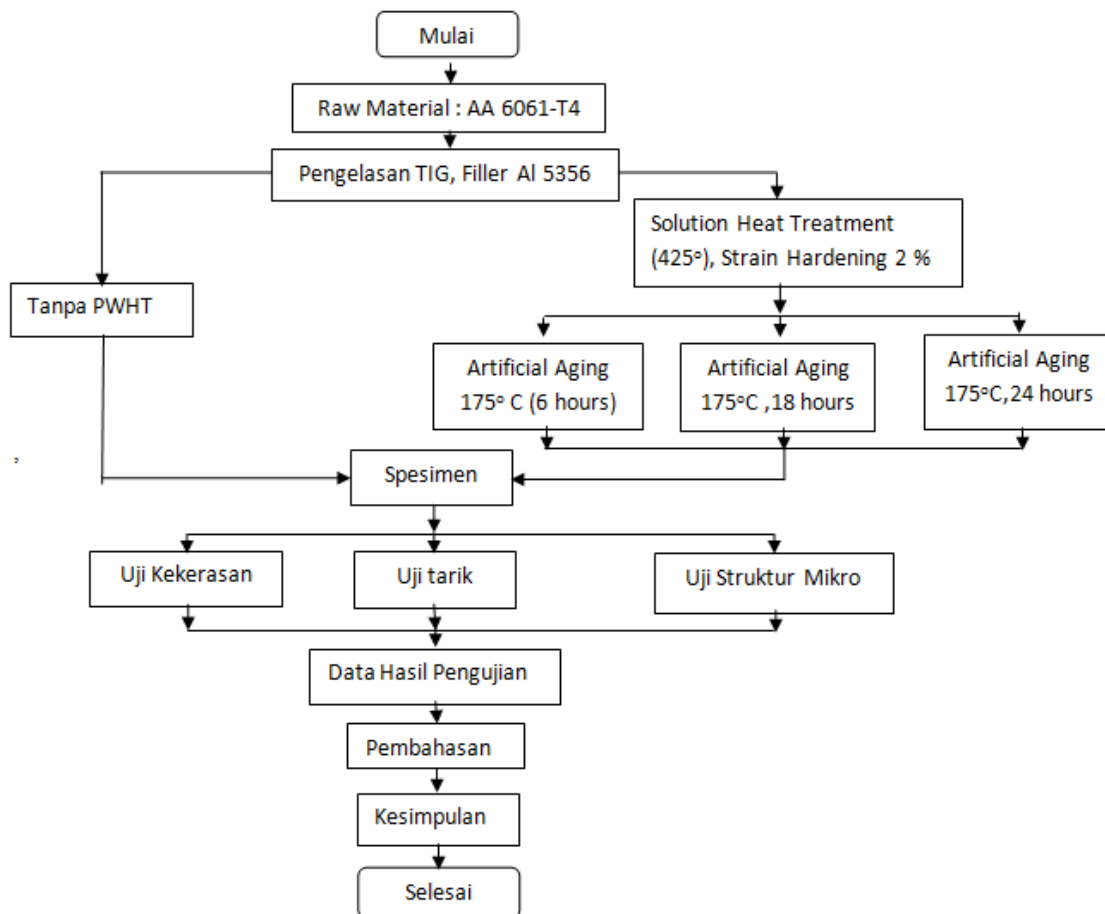
Kata kunci : aluminium paduan, PWHT, SEM, TIG.

1.PENDAHULUAN

Penggunaan aluminium dewasa ini cukup luas dalam dunia industri karena mempunyai sifat-sifat sebagai berikut : sifat mekanik yang baik , tahan korosi, bobot yang ringan dan mampu didaur ulang [Missori dan Sili, 2000]. Aluminium paduan 6061 merupakan salah satu material yang mempunyai sifat-sifat di atas. Material ini juga mampu di-heat treatment. Aluminium Paduan 6061 ini digunakan secara luas dalam industri otomotif [Demir dan Gunduz, 2009], rangka industri kapal, pemipaan dan pesawat [Elangovan dan Balasubramanian, 2008]. Aluminium paduan ini mengandung elemen paduan utama yaitu Magnesium (Mg) dan Silikon (Si). Struktur mikro dan sifat mekanik aluminium paduan akan berubah selama proses pengelasan karena proses pelelehan pada logam induk (*base material*) [Ahmad dan Bakar, 2011]. Untuk mengatasi hal tersebut , material yang telah dilas ini di-heat treatment , selain untuk mendapatkan sifat mekanik juga untuk mengurangi tegangan sisa (*residual stress*). Heat treatment untuk aluminium dilakukan dengan *solution heat treatment*, diikuti dengan *quenching* dan *aging* untuk temperatur tertentu atau dengan *natural aging* di udara [Demir dan Gunduz, 2009].

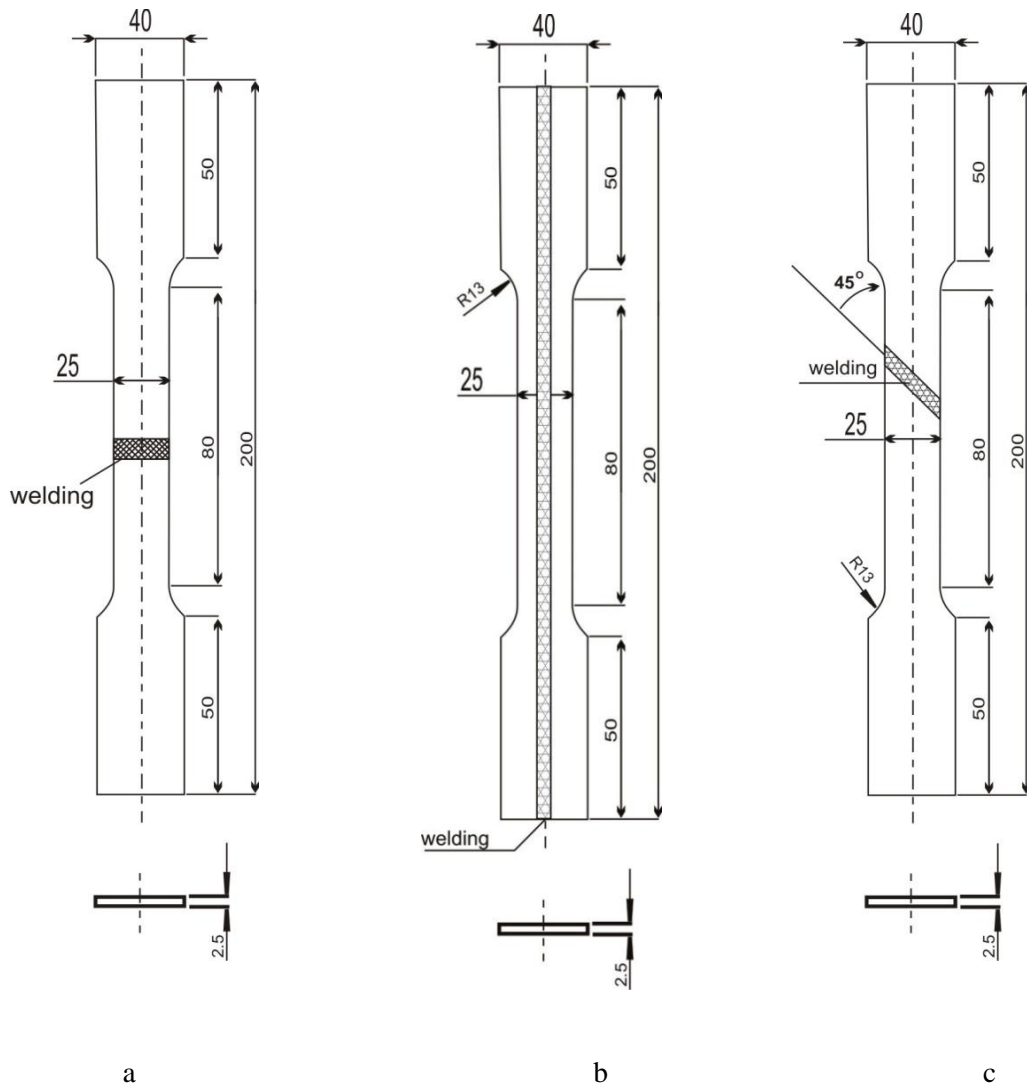
Pengelasan TIG merupakan pengelasan yang berkualitas bagus, disamping itu juga mempunyai kelebihan yang lain yaitu biaya yang murah dan parameter-parameternya mudah dikontrol. Permasalahan yang muncul adalah terjadinya *welding cracking* (*solidification cracking*) selama proses pengelasan. Untuk mengatasi hal ini maka dilakukan *heat treatment* seperti yang dijelaskan di atas. Variabel yang penting adalah menentukan temperatur dan waktu *aging*. Berdasarkan *review* jurnal, belum didapatkan penelitian tentang pengaruh post-weld heat treatment (PWHT) dan arah pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada penyambungan aluminium paduan 6061. Sehingga pada penelitian ini akan dikaji arah pengelasan longitudinal dan arah 45° terhadap arah pengerolan material.

2.METODOLOGI



Gambar 1. Flow Chart Metodologi Penelitian

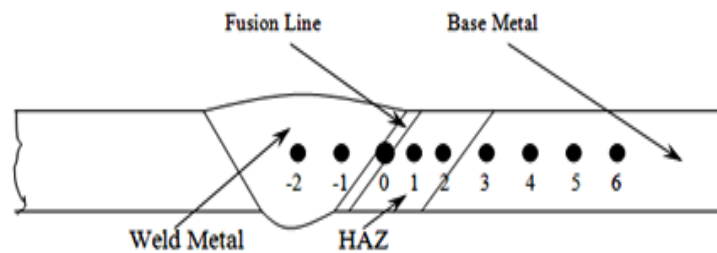
Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium paduan 6061-T4 yang dipotong dengan ukuran 500 mm x 250 mm. Pengelasan dilakukan dengan arah longitudinal (searah dengan arah pengerolan), kemudian dilakukan *heat treatment* T82 [Brooks, 2005]. *Artificial aging time* dilakukan dengan waktu 6 jam, 18 jam dan 24 jam. Komposisi kimia AA 6061-T4 dan *filler* ER 4043 dapat dilihat pada table 1, sedangkan parameter pengelasan TIG dapat dilihat pada table 2. Spesimen untuk uji tarik menggunakan standar ASTM B-557 (American Standard Testing Materials) [ASTM, 2008] seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Spesimen uji tarik (sesuai standar ASTM B-557) a. Transversal, b. Longitudinal , c. Sudut 45°

Tabel 1. Komposisi kimia (Wt %)

Material	Al	Mg	Si	Cu	Mn	Fe	Cr	Ti	Zn
AA 6061	-	1.0	0.8	0.9	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1
ER 4043	92.9	0.05	5.6	0.3	0.05	0.8	-	0.02	0.1



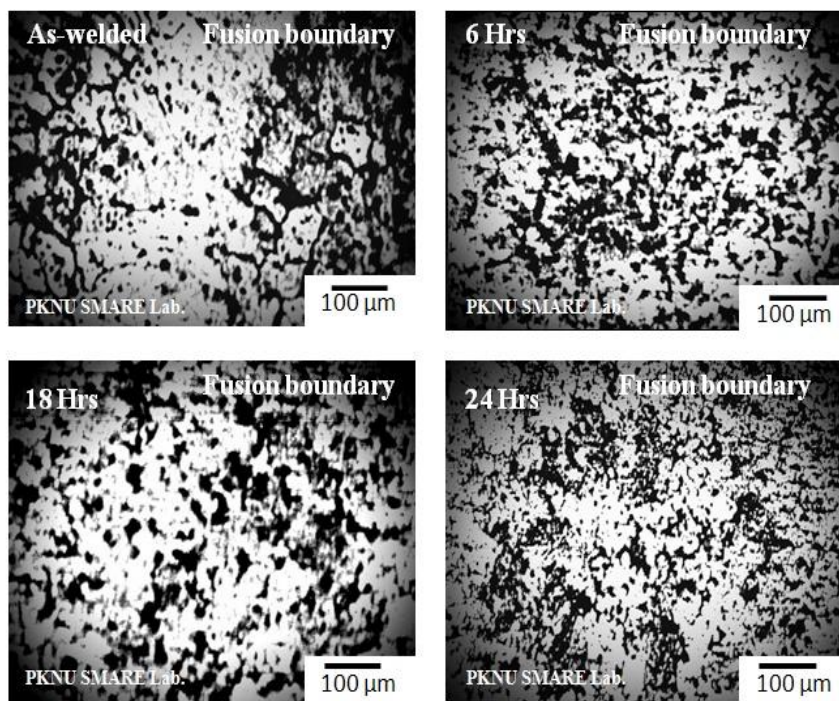
Gambar 3. Distribusi kekerasan (melintang) pada daerah pengelasan

Tabel 2. Parameter pengelasan TIG

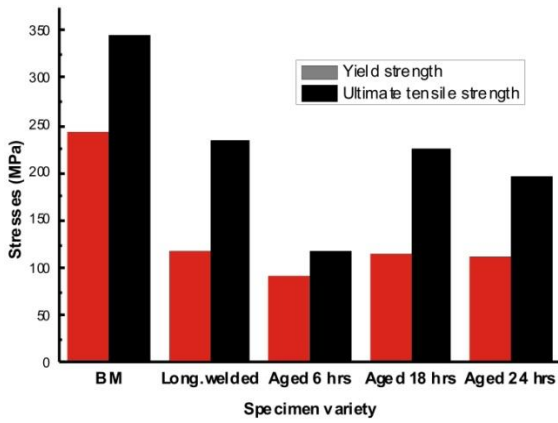
Parameter	Harga
Welding machine	Miller
Tungsten electrode diameter	3.0 mm
Filler rod / wire diameter	3.2 mm
Heat input	2.5 kJ / mm
Peak current	70 Amps
Base current	60 Amps
Peak voltage	15 Volts
Base voltage	10 Volts
Welding speed	3.3 mm/sec
Welding grade	99.95 %
Melting point	543°C – 640°C
Pulse frequency	6 Hz
Pulse on time	50 %
Shielding gas	Argon
Gas flow rate	15 l/min

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

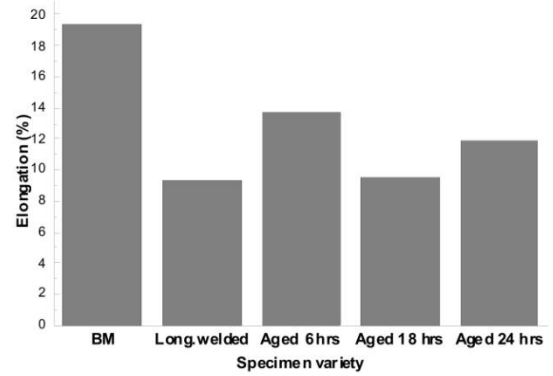
Dari gambar 5, 7 dan 9, terlihat *yield strength* (YS) dan *ultimate tensile stress* (UTS) sambungan las tanpa PWHT menurun dibandingkan dengan base metal (BM). Setelah di PWHT-T82 kecenderungannya YS maupun UTS masih dibawah sambungan las tanpa PWHT. Tetapi untuk % elongation mengalami kenaikan, yaitu untuk specimen longitudinal (PWHT 6 jam) naik 48.66% dibandingkan sambungan las tanpa PWHT, spesimen transversal (PWHT 6 JAM) 28.81%, spesimen 45° (PWHT 6 jam) naik 37.01 %. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan PWHT-T82, dapat memperbaiki % *elongation* dalam arti meningkatkan keuletan.



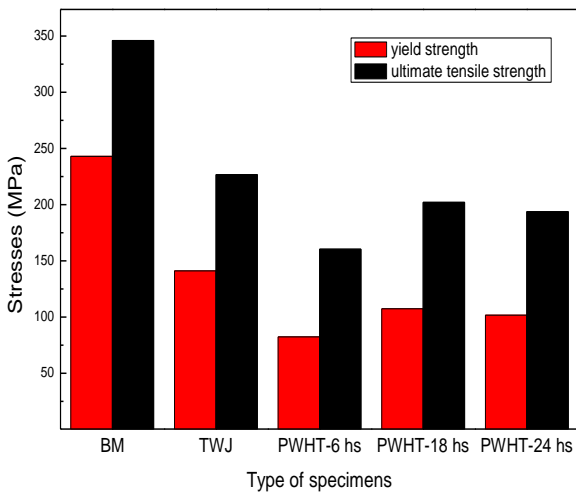
Gambar 4. *Optical micrographs* pengelasan AA 6061 dan PWHT-T82 (longitudinal) dengan variasi *aging*



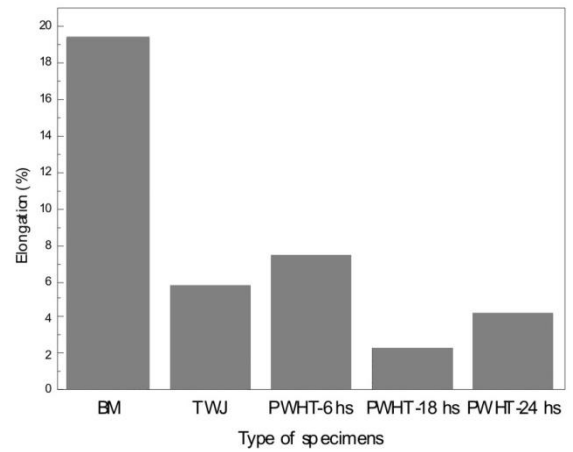
Gambar 5. YS dan UTS (longitudinal)



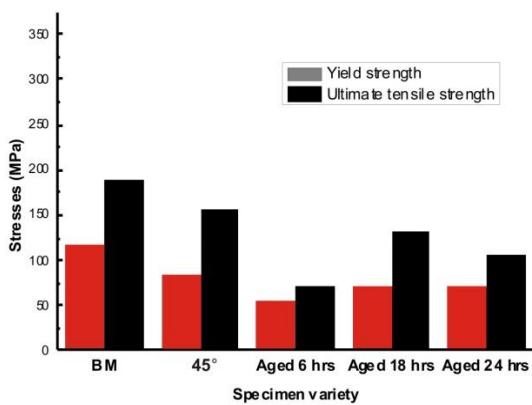
Gambar 6. Elongation (longitudinal)



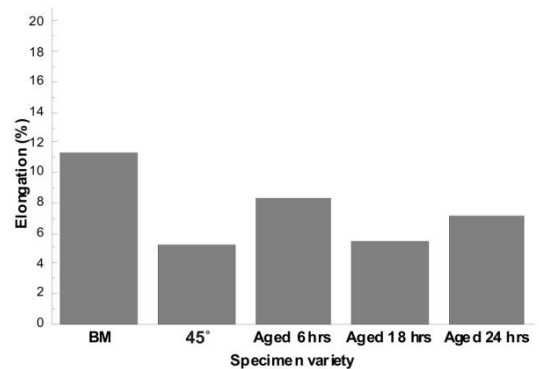
Gambar 7. YS dan UTS (transversal)



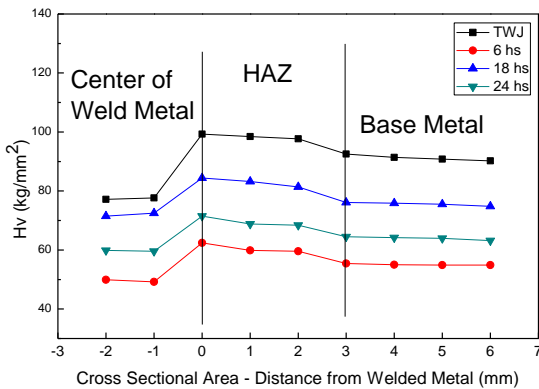
Gambar 8. Elongation (transversal)



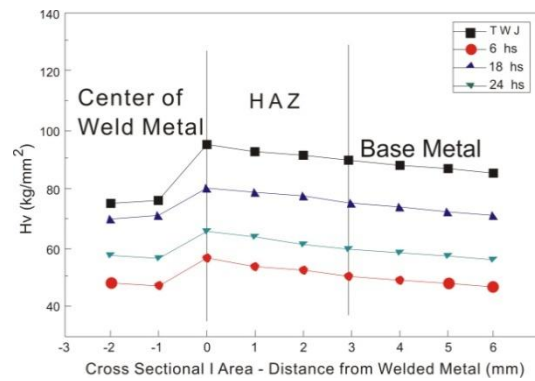
Gambar 9. YS dan UTS (45°)



Gambar 10. ELONGATION (45°)



Gambar 11. Distribusi hasil uji kekerasan (longitudinal)



Gambar 12. Distribusi hasil uji kekerasan (45°)

4. KESIMPULAN

- Proses pengelasan akan menurunkan *yield strength* (YS) dan *ultimate tensile strength* (UTS), yang juga menurunkan % *elongation* (keuletan). YS terendah 78 Mpa (45°), YS tertinggi 141 Mpa (transversal), UTS terendah 156 MPa (45°), UTS tertinggi 228 MPa (longitudinal), % elongation terendah 5.62% (45°), % elongation tertinggi 9.39% (longitudinal)
- PWHT-T82 meningkatkan sifat mekanik yaitu % *elongation* PWHT-T82 (6 jam) mengalami kenaikan dibandingkan sambungan las tanpa PWHT yaitu 48.66% (longitudinal), 28.81% (transversal) dan 37.01% (sudut 45°)
- Beban pada pengelasan semakin ke arah transversal, maka % *elongation*nya semakin kecil (semakin rapuh / brittle)

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, R., Bakar, M.A., Effect of a Post-Weld Heat Treatment on the Mechanical and Microstructure Properties of AA6061 Joints Welded by the Gas Metal Arc Welding Cold Metal Transfer Method. *J Mater Des* 2011;32:5120-26

Demir, H., Gunduz, S., The effects of Aging on Machinability Of 6061 Aluminium Alloy. *J Mater Des* 2009;30: 1480-3

Elangovan, K., Balasubramanian, V., Influences of Post Weld Heat Treatment on Tensile Properties of Friction Stir-Welded AA6061 Aluminium Alloy Joints. *J Mater Char* 2008;59: 1168-77

Missori, S., Sili, A., Mechanical Behavior Of 6082-T6 Aluminium Alloy Welds. *J Metall Sci Technol* 2000; 18(1): 12-8

Standart Test Method of Measurement of Fatigue Crack Growth Rates, ASTM E 647-08, American Society for Testing Materials (ASTM), New York (2008)

C. R. Brooks, Heat Treatment, Structure and Properties of Nonferrous Alloys, ASM Handbook, volume 4 (2005)