

PENGARUH GERAK ELEKTRODA DAN POSISI PENGELASAN TERHADAP UJI KEKERASAN DARI HASIL LAS BAJA SSC 41

Agus Duniawan

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email : agusduniawan@gmail.com

ABSTRACT

In welding process, movement of electrode and position of welding affect the mechanic properties of welded material. The objective of this research is to figure out an effect of electrode movement and welding position in welding process on hardness property of Steel SSC 41. The method used in this experimental work is factorial experimental method, namely electrode movement and welding position. Three electrode movement patterns are circle pattern, zig-zag pattern, and C pattern. Meanwhile, three welding positions are horizontal, vertical, and overhead. The result shows that electrode movement and welding positions affect material hardness significantly. The highest mean value of Vickers Hardness is 513,891 kg/mm² for overhead position and C pattern movement. On the other hand, the lowest mean value of Vickers hardness is 441,348 kg/mm² for vertical and zig-zag pattern electrode movement.

Keywords: Electrode movement, welding position, Heat Affected Zone, hardness

INTISARI

Pada proses las, gerakan elektrodadan posisi pengelasan berpengaruh pada sifat mekanik hasil las. Penelitian ini membahas pengaruh gerakan elektroda dan posisi pengelasan dalam proses pengelasan terhadap perubahan sifat kekerasan yang terjadi pada baja SSC 41. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen faktorial, dimana terdapat dua faktor yaitu gerakan elektroda dan posisi pengelasan. Pada posisi pengelasan ada tiga posisi yaitu posisi datar, vertikal dan atas kepala. Pada gerakan elektroda ada tiga gerakan yaitu gerakan pola melingkar, pola zig-zag dan pola C. Berdasarkan hasil penelitian, gerakan elektroda dan posisi pengelasan yang digunakan mempunyai pengaruh nyata terhadap nilai kekerasan, nilai kekerasan Vickers tertinggi rata-rata 513,891 Kg/mm² terjadi pada posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C. Sebaliknya nilai kekerasan Vickers terendah rata-rata 441,348 kg/mm² terjadi pada posisi pengelasan datar dan pada gerakan elektroda pola zig-zag.

Kata kunci: Gerakan elektroda, Posisi pengelasan, daerah HAZ, kekerasan

PENDAHULUAN

Pada saat ini teknik las busur listrik dengan elektrode terbungkus telah di pergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena konstruksi bangunan baja dan mesin yang dibuat dengan menggunakan teknik penyambungan ini lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana sehingga biaya secara keseluruhan menjadi lebih murah (Wirjosumarto dan Toshie, 2004). Pengelasan busur listrik adalah proses penyambungan material yang menghasilkan bagian yang menyatu atau tumbuh bersama dari material dengan memanaskannya pada

temperatur pengelasan, dengan penggunaan logam pengisi (Cary, 1998). Pemakaian baja karbon rendah untuk bahan pembentukan struktur ruang seperti struktur atap, tiang serta batang kisi menambah keuntungan, karena logam mempunyai daya tahan yang besar terhadap patahan yang disebabkan oleh berbagai beban bergerak mekanis (Makowski, 1988).

Sering kali pengelasan harus dilakukan pada posisi tertentu karena mengikuti rancangan suatu konstruksi seperti pengelasan langit-langit/plafon bangunan, pada pojok bangunan, diatas lantai dan sebagainya. Terlebih lagi pada proses pengelasan berkelanjutan yaitu suatu konstruksi memerlukan pengelasan yang berurutan dan cepat dengan posisi

pengelasan yang berbeda-beda. Dengan adanya keharusan posisi pengelasan tertentu, maka akan memberikan hasil yang berbeda terhadap kekuatan dan kekerasan hasil lasan (Cary, 1998).

Pergerakan atau ayunan elektroda las juga dapat mempengaruhi karakteristik hasil lasan, pada sisi lain bentuk gerakan elektroda untuk pengelasan sering menjadi pilihan pribadi dari tukang las itu sendiri tanpa memperhatikan kekuatan lasnya. Untuk mengetahui bentuk gerakan elektroda yang menghasilkan sifat mekanik yang paling baik, perlu dilakukan penelitian dan pengujian. Salah satu sifat mekanik yang paling penting dalam pengelasan adalah sifat kekerasan (*hardness*). Hal-hal di atas melatarbelakangi penelitian tentang bagaimana pengaruh posisi pengelasan terhadap gerakan elektroda terhadap sifat kekerasan baja karbon rendah (SSC 41).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh gerakan elektroda dan posisi pengelasan terhadap uji kekerasan dari hasil las baja SSC 41

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif bagi

pengembangan ilmu dan teknologi dalam bidang pengelasan di bidang industri serta menjadi referensi bagi penelitian, sehingga didapatkan proses pengelasan logam yang menghasilkan sifat mekanis yang berkualitas

Dasar Teori Elektroda Pada dasarnya bila ditinjau dari logam yang dilas kawat elektroda dibedakan menjadi lima, yaitu : baja lunak, baja karbon tinggi, baja paduan, besi tuang dan logam *non ferro*. Karena *filler metal* harus mempunyai kesamaan sifat dengan logam induk, maka sekaligus ini berarti bahwa tiada elektroda yang dapat dipakai untuk semua jenis dari pengelasan.

Elektroda terbungkus sudah banyak yang distandarkan penggunaannya, standarisasi elektroda berdasarkan JIS didasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las.

Kenyataannya pemilihan ukuran diameter tergantung dari perencanaan, ukuran las, posisi pengelasan, input panas serta keahlian tukang lasnya. Ini bisa pula berarti bahwa tiap ukuran diameter elektroda mempunyai kaitan dengan besarnya Ampere yang lewat pada elektroda tersebut.

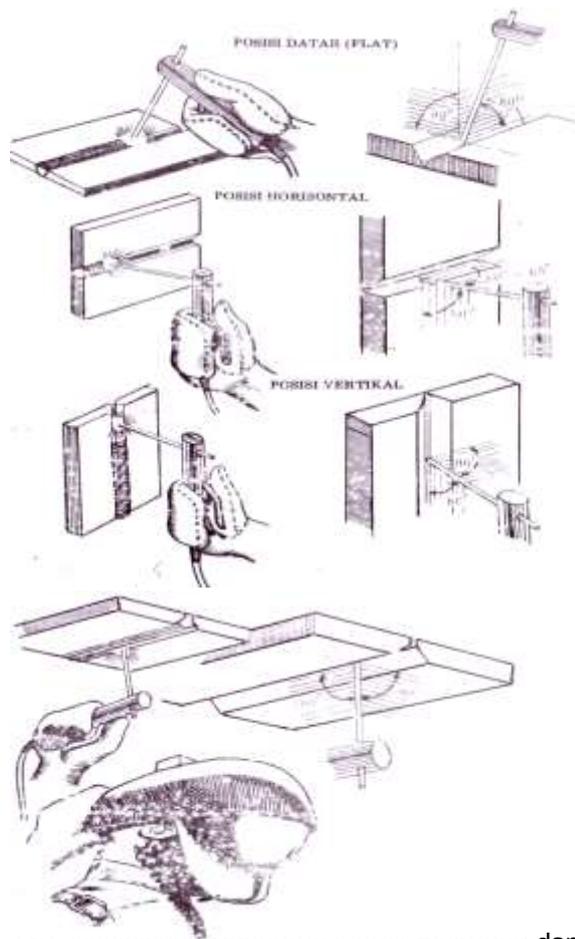
Tabel 1. Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak
(Sumber : Wiryosumarto, dan Toshie,2004)

Klasifikasi JIS	Jenis Fluks	Posisi Pengelasan	Jenis Listrik	Sifat Mekanik Dari Logam Las			
				Kekuatan Tarik(kg/mm ²)	Kekuatan Luluh(kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekuatan Tumbuk (kg-mm)
D4301 ≥48(OoC)	Ilmenit	F.V.OH.H	AC atau DC (±)	≥43	≥35	≥22	
D4303 ≥28(OoC)	Titani Kapur	F.V.OH.H	AC atau DC (±)	≥43	≥35	≥22	
D4311 ≥28(OoC)	Selulosa tinggi	F.V.OH.H	AC atau DC (+)	≥43	≥35	≥22	
D4313	Oksidan Titan	F.V.OH.H	AC atau DC (-)	≥43	≥35	≥17	-
D4316 ≥48(OoC)	Hidrogen Rendah	F.V.OH.H	AC atau DC (+)	≥43	≥35	≥25	
D432 4	Serbuk Besi Titania	F.H.S	AC atau DC (±)	≥43	≥35	≥17	-
D430126 ≥48(OoC)	Serbuk Besi Rendah	F.H.S	AC atau DC (+)	≥43	≥35	≥25	
D430127	Serbuk Besi Oksida	F.H.S	Untuk F.AC atau DC(±) untuk AC atau DC (-)	≥43	≥35	≥25	≥28(OoC)
D4340 ≥28(OoC)	Khusus	Semua Posisi	AC atau DC (±)	≥ 43	≥35	≥22	

Ø Elektroda Mm	Tungsten Amp AC	Zr-alloyed Amp. AC	Th-alloyed Amp. DC
0,5	5 – 15	5 – 20	5 - 20
1,0	10 – 60	15 – 80	20 - 80
1,6	50 – 100	70 – 150	80 - 150
2,4	100 – 160	110 – 180	120 - 220
3,2	130 – 180	150 – 200	200 - 300
4,0	180 – 230	180 – 250	250 - 400

Tabel 2. Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan

Cara pergerakan elektroda ada banyak sekali, tetapi tujuannya adalah sama yaitu mendapatkan deposit logam las dengan permukaan yang rata dan halus dan menghindari terjadinya takikan dan percampuran terak. Pada penelitian ini diambil 3 bentuk gerakan elektroda dari beberapa bentuk gerakan yang ada, diantaranya :



Posisi pengelasan di atas kepala
(Over Head)



Gerakan Elektroda Pola Melingkar



Gerakan Elektroda Pola Zig-Zag



Gerakan Elektroda Pola C

Gambar 2. Bentuk gerakan elektroda
(Sumber : Wiryosumarto, 2000)

Posisi pengelasan, pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang diambil oleh operator las biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Posisi-posisi pengelasan sesuai dengan standar AWS (*American Welding Society*) ditunjukkan pada gambar 1.

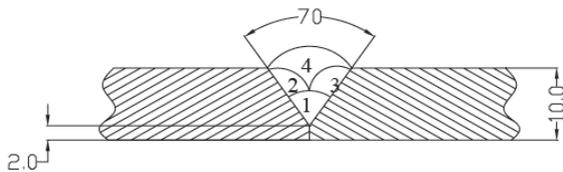
METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah Mesin las busur listrik, Cemont SV333, Elektroda terbungkus, Mesin potong dan gerinda, Mesin Frais, Mesin pemoles, untuk memudahkan proses pemolesan, Kertas gosok *water proof*, digunakan untuk menghaluskan spesimen dengan tingkat kekasaran dari kertas gosok mulai 180 sampai dengan 2000.

Bahan-bahan material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah SSC 41, dengan komposisi kimia adalah karbon (C) 0,25%, (P) 0,050% (S) 0.050 % (Wirjosumarto dan Toshie 2004).

Prosedur Penelitian, Benda Kerja baja karbon rendah dipotong dengan ukuran 40 x 150 x 10 mm dengan menggunakan mesin gergaji potong.

Pembuatan Alur Las yang akan dibuat untuk pengelasan adalah bentuk alur – V tunggal sesuai dengan standar JSSC1977.



Gambar 3. Bentuk Sambungan Las Alur-V Tunggal

Proses Pengelasan dengan Menggunakan Jenis Elektroda, Arus las 110 Ampere, Tegangan Busur 26 volt, Diameter elektroda 3,2 mm (RB-26).

Posisi pengelasan dengan pola Datar, Vertikal dan Atas Kepala, Gerakan ayunan elektroda Melingkar, Zig-zag dan C

Pendinginan Setelah proses pengelasan dilakukan pendinginan dengan media udara. Pembuatan spesimen untuk pengujian kekerasan pada HAZ.

Pengamatan struktur makro Sebelum dilaksanakan pembuatan spesimen uji kekerasan terlebih dahulu dilakukan pengamatan struktur makro untuk menentukan batas-batas daerah logam las, daerah HAZ dan logam induk sebagai acuan untuk uji kekerasan pada daerah HAZ.

Pengamatan struktur makro ini dilakukan dengan proses pengetsaan. Prosedur pengetsaan makro: Mempersiapkan larutan HNO_3 dengan alkohol 95%, dengan HNO_3 sebanyak 25%, mencelupkan spesimen dan diagitasi selama 3 menit, dilap dengan tisu dan dicelupkan ke air untuk menghilangkan korosinya kemudian material dibersihkan dengan tisu dan dikeringkan dengan *hair dryer*.

Untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel di dalam suatu penelitian dapat dilakukan dengan analisis varian. Analisis varian merupakan suatu analisis metode data untuk memperoleh pemecahan di dalam suatu penelitian sebanyak n sampel, serta mengetahui interaksi-interaksi yang terjadi antara variabel-variabel yang diamati dalam penelitian. Dalam penelitian ini, adapun sumber-sumber varian yang akan diamati pengaruhnya adalah :

1. Posisi Pengelasan (A)

A_1 = Posisi Pengelasan Datar

A_2 = Posisi Pengelasan Vertikal

A_3 = Posisi Pengelasan Atas Kepala

2. Gerakan Elektroda (B)

B_1 = Gerakan Pola Melingkar

B_2 = Gerakan Pola Zig-Zag

B_3 = Gerakan Pola C

Jadi dalam penelitian ini terdapat dua faktor yaitu, A dan B, dimana A terdiri dari 3 taraf dan B terdiri dari 3 taraf. Keseluruhan eksperimen memerlukan 9 kombinasi dan pengulangan sebanyak 3 kali, maka akan terdapat 27 data hasil percobaan yang diperoleh.

PEMBAHASAN

Dengan pengukuran kekerasan menggunakan metode Vickers diperoleh kekerasan logam induk sebesar 143,321 HVN. Sedangkan data kekerasan dengan variasi posisi pengelasan dan gerakan elektrode ditunjukkan pada tabel 3.

Dengan menggunakan simbol-simbol dimana A=Posisi Pengelasan dan B=Gerakan elektroda, faktor A mempunyai tiga taraf dan faktor B mempunyai tiga taraf. Data

perhitungan kekerasan daerah HAZ ditunjukkan seperti pada tabel 4.

Pembahasan Data Uji Kekerasan

Untuk Perlakuan A (dimana A adalah Posisi pengelasan yang digunakan) taraf signifikan yang diambil adalah (α) = 0,05 nilai = 2 dan = 18 maka nilai F adalah 3.35. Nilai F (405,39) ternyata lebih besar dari F tabel (3,35) maka hipotesa (Ho) ditolak. Kesimpulan yang dapat diambil adalah

bahwa terdapat pengaruh antara posisi pengelasan yang digunakan terhadap kekerasan material hasil pengelasan. Untuk perlakuan B (dimana B adalah gerakan elektroda yang digunakan). Taraf signifikan yang diambil adalah ($1/2 V_{tabelhitung} \alpha$) = 0,05 nilai = 2 dan = 18 maka nilai F adalah 3,35 nilai F (57,09) ternyata lebih besar dari F tabel (3,35) maka hipotesa (Ho) ditolak.

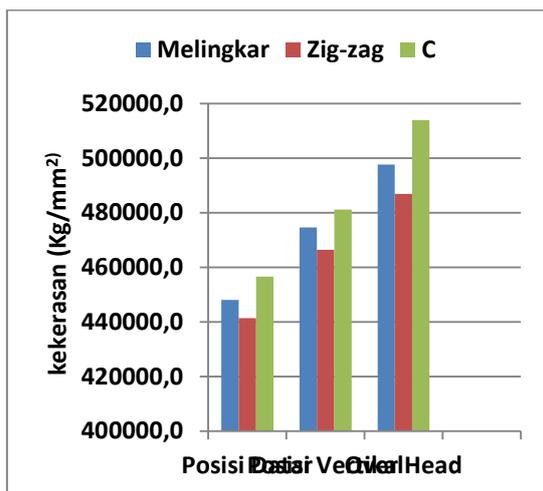
Tabel 3. Data hasil kekerasan Vikers pada daerah HAZ dengan variasi posisi pengelasan dan gerakan elektroda

Posisi Pengelasan (A)	Gerakan elektroda (B)			Jumlah
	Melingkar	Zig-Zag	C	
Datar	146,632	147,946	151,347	
	148,785	146,288	153,091	
	149,632	147,114	152,215	
Jumlah	448,049	441,348	456,653	1346,050
Rata-rata	149,349	147,116	152,217	
Vertikal	157,587	156,672	160,380	
	158,510	153,975	159,441	
	158,510	155,765	161,328	
Jumlah	474,607	466,412	481,149	
Rata-rata	158,202	155,765	160,383	
Over head	164,222	161,328	169,221	
	165,204	162,284	173,386	
	168,203	163,248	171,284	
Jumlah	497,629	486,860	513,891	1498,380
Rata-rata	165,876	162,287	171,297	
Total	1420,285	1394,620	1451,693	4266,598

Tabel 4. Daftar hasil kekerasan daerah HAZ

Sumber Varian	Derajat Kebebasan (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MSS)	F Hitung (Fe)	F Tabel (Fu)
Posisi	2	1289,13	644,57	405,39	3,35
Penegelasan (A)					
Gerakan	2	381,67	90,78	57,09	3,35
Elektroda(B)					
Interaksi AxB	4	17,47	4,37	2,76	2,97
Error (E)	18	28,61	1,59		
Total	26	1516,78			

Kesimpulan yang dapat di ambil bahwa terdapat pengaruh antara gerakan elektroda yang digunakan terhadap kekerasan material hasil pengelasan. Untuk perlakuan interaksi A dan B (dimana A adalah posisi pengelasan dan B adalah gerakan elektroda yang digunakan). Taraf signifikan yang diambil adalah ($1/2 V_{tabel hitung} \alpha$) = 0,05 nilai = 4 dan = 18 maka nilai F tabel adalah 2,93 nilai F (2,75) ternyata lebih kecil dari F tabel (2,93) maka hipotesa (Ho) diterima. Kesimpulan yang dapat di ambil adalah bahwa tidak terdapat pengaruh antara posisi pengelasan dan gerakan elektroda terhadap kekerasan material hasil pengelasan $1/2 V_{hitung}$. Dari data pengujian kekerasan yang diteliti tersebut dapat dibuat grafik seperti gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Posisi Pengelasan dan Gerakan Elektroda terhadap Kekerasan

Pembahasan hasil Dari analisa eksperimen faktorial dan grafik diatas terlihat bahwa variabel-variabel yang digunakan yaitu gerakan elektroda pada posisi pengelasan pada pengelasan las elektrode terbungkus baja SSC 41 mempunyai pengaruh nyata terhadap nilai kekerasan. Pada posisi pengelasan Datar, Vertikal dan Over Head berturut-turut memberi pengaruh kekerasan yang semakin meningkat pada daerah HAZ dan gerakan elektroda pola Zig-zag, Melingkar dan C berturut-turut memberi

pengaruh kekerasan yang semakin meningkat pada daerah HAZ. Nilai kekerasan tertinggi rata-rata 513,891 kg/mm² terdapat pada variabel posisi pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C, sedangkan nilai kekerasan terendah rata-rata 441,348 kg/mm² terdapat pada variabel posisi pengelasan datar dan pada variabel gerakan elektroda pola zigzag. Dari kajian literatur dapat dijelaskan sebagai berikut: Daerah HAZ logam dasar yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal yaitu pemanasan $900 \pm C$ sampai $1300 \pm C$ dan pendinginan. Setelah proses pemanasan dan mengalami pendinginan, besi-gamma atau austenit mulai bertransformasi menjadi besi-alpha atau ferrit, dimana ferrit memiliki daya larut karbon yang sangat sedikit mengendap terus di sepanjang batas-batas butir austenit yang terjadi pada suhu dibawah A_3 dan proses berlanjut sampai pada temperatur A_1 , pada temperatur di bawah A_1 austenit akan bertransformasi menjadi perlit dan berakhir pada temperatur sekitar pada $500 \pm C$, dibawah temperatur $500 C$ austenit akan bertransformasi menjadi bainit dan berakhir pada temperatur $\pm 300 C$, selanjutnya pada temperatur di bawah $300 C$ sisa austenit akan bertransformasi menjadi martensit. Sehingga diperkirakan struktur akhir yang terbentuk adalah ferrit, perlit, bainit dan martensit. Struktur ini mempunyai kekerasan yang cukup baik, kemudian dengan meningkatnya persentase kandungan perlit di dibandingkan dengan ferrit akibat meningkatnya masukan panas las akan menaikkan sifat kekerasan suatu bahan. Disini gerakan pola C memberi masukan panas lebih besar dari pola melingkar dan zig-zag. Dengan meningkatnya panas pengelasan, maka laju pendinginan menjadi besar sehingga struktur mikro yang terbentuk lebih keras. Hal ini sesuai dengan gambar 4, dimana posisi pengelasan atas kepala menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi pengelasan yang lainnya. Pada semua posisi

pengelasan yang dilakukan, gerakan elektroda C mempunyai nilai kekerasan yang tinggi, ini disebabkan karena bidang kontak dari ujung elektroda ke logam induk lebih besar sehingga temperatur puncak daerah HAZ lebih tinggi, akibatnya laju pendinginan lebih besar sehingga struktur mikro yang dihasilkan lebih getas.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian dan analisa dari data penelitian pengaruh gerakan elektroda dan posisi pengelasan terhadap sifat kekerasan baja SSC41 yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Gerakan Elektroda
Gerakan Elektroda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas(HAZ), di mana gerakan elektroda pola C memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi di dibandingkan dengan gerakan elektroda Zig-zag dan melingkar.
2. Posisi pengelasan
Posisi pengelasan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas(HAZ),dimana posisi pengelasan atas kepala memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan posisi pengelasan datar dan posisi vertikal.
3. Nilai kekerasan Vickers tertinggi rata-rata $513,891 \text{ Kg/mm}^2$ terdapat pada posisi

pengelasan atas kepala dan pada variabel gerakan elektroda pola C, sedangkan nilai kekerasan Vickers² terendah rata-rata $441,348 \text{ kg/mm}^2$ terdapat pada posisi pengelasan datar dan pada gerakan elektroda pola zig-zag.

Saran :

1. Agar mendapatkan hasil yang sempurna, maka dalam melakukan kegiatan pengelasan ikuti aturan sesuai pola-pola gerakan elektroda pola C.
2. Jangan sembarangan melakukan pengelasan dengan gerak yang belum sama sekali kita lakukan percobaan.
3. Kontinuitas gerak elektroda sangat di harapkan dengan pola C.

DAFTAR PUSTAKA

- Cary, H.B, 1998, *Modern Welding Technology*. 4nd edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Makowski, Z. S. 1988, *Konstruksi Ruang Baja*. Terjemahan Huthudi, ITB, Bandung.
- Wiryosumarto, H. dan Toshie, O. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan ke-9, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta
- Wiryosumarto, H. dan Okamura, T, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.