

**PENGARUH ARUS LISTRIK DAN TEKANAN GAS LAS MIG TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PIPA
MILD STEEL
(STUDI KASUS DI PT. MEGA ANDALAN KALASAN)**

Bambang Wahyu Sidarta, Toto Rusianto, Saiful Huda dan Dwi Sutanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak no.28 Balapan Yogyakarta 55222
Email : totorusianto@yahoo.com toto@akprind.ac.id

ABSTRACT

Welding at Mild Steel pipe using MIG weld (Metal Inert Gas arc Welding) should be always considering the use of electric current and choose the right of gas pressure. The purpose of this research with the using of JIS G 3445 pipe is to choose the right of gas pressure and current in the MIG welding (Metal Inert Gas arc Welding).. The purpose of welding process at the JIS G 3445 mild steel pipe with the variation of electric current and gas pressure against the pull force is to determine the effect of welding with variation of electric current and gas pressure against the pull force at the material of JIS G 3445 mild steel pipe, with MIG (Metal Inert Gas arc Welding) welding methods, the test include the physics that is micro structure, and the mechanics that is pull force and hardness value at each of the base metal area, area of HAZ metal, area of metal weld border and area of weld metal.

Basically the effect of the welding temperature at the pipe is resulting on voltage dropping. It can be look at the pipe before welding process (base metal), which it has average voltage 35,66 kg/mm². In this research, current which is used are 100 ampere, 110 ampere, 120 ampere. And the gas pressure is 6 kg/cm² and 12 kg/cm². After the welding process using current variation and different gas pressure then at pull testing the result is broken at the base metal and the pull voltage value is 35,66 kg/mm². At the Rockwell hardness testing before welding process (base metal) it is gained the average of hardness value at the pipe is 40,7 ± 0,72 % HRC. It shown that hardness value at each of test has hardness value which is relatively the same.

From the result of looking at micro structure photo it was gained that structure which is consisted in the pipe has perlit and ferit, because the cooling is use the air. At micro structure testing, more the ferit rate inside the object, the object will be more resilient and more the perlit rate the object will be more fragile.

Keyword: (Metal Inert Gas arc Welding/MIG), JIS G3445, welding, mild steel

INTISARI

Pengelasan pada pipa Mild Steel dengan menggunakan las MIG (*Metal Inert Gas arc Welding*) haruslah selalu mempertimbangkan penggunaan arus listrik dan pemilihan tekanan gas yang tepat. Tujuan dari penelitian dengan menggunakan pipa JIS G 3445 ini adalah untuk memilih penggunaan arus dan tekanan gas yang tepat dalam pengelasan MIG (*Metal Inert Gas arc Welding*). Tujuan proses pengelasan pada pipa mild steel JIS G 3445 dengan variasi arus listrik dan tekanan gas terhadap kekuatan tarik adalah untuk mengetahui pengaruh pengelasan dengan variasi arus listrik dan tekanan gas terhadap kekuatan tarik pada material pipa mild steel JIS G 3445, dengan metode pengelasan MIG (*Metal Inert Gas arc Welding*), pengujian meliputi sifat fisis yaitu struktur mikro dan sifat mekanis yaitu kekuatan tarik dan nilai kekerasan pada masing-masing daerah logam induk (*base metal*), daerah logam HAZ, daerah logam batas las dan daerah logam las.

Pada dasarnya pengaruh suhu pengelasan pada pipa mengakibatkan menurunnya tegangan. Hal ini dapat dilihat pada pipa sebelum proses pengelasan (*logam induk*), yaitu mempunyai tegangan rata-rata 35,66 kg/mm². Dalam penelitian ini yang arus yang dipergunakan adalah 100 amper, 110 amper, 120 amper. Dan tekana gas adalah 6 kg/cm² dan 12 kg/cm². Setelah proses pengelasan dengan menggunakan variasi arus dan tekanan gas yang berbeda maka pada pengujian tarik hasilnya adalah patah pada logam induknya dan harga tegangan tariknya adalah 35,66 kg/mm². Pada pengujian kekerasan Rockwell sebelum proses pengelasan (*logam induk*) diperoleh harga kekerasan rata-rata pada pipa 40,7 ± 0,72 % HRC.. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada setiap pengujian mempunyai harga kekerasan yang relatif sama.

Dari hasil pengamatan foto struktur mikro didapat bahwa struktur yang terkandung didalam pipa adalah perlit dan ferit, karena pendinginannya adalah udara. Pada pengujian struktur mikro, semakin banyak kadar ferit dalam benda, benda akan semakin ulet dan semakin banyak kadar perlitnya benda akan semakin getas.

Kata kunci : (*Metal Inert Gas arc Welding/MIG*), JIS G 3445, Pengelasan, Baja Mild

PENDAHULUAN

Pada saat sekarang ini perkembangan teknologi terutama bidang pengelasan sudah

sangat maju, pengelasan banyak sekali digunakan dalam proses perakitan mobil, motor, penyambungan pipa baja, pembangunan gedung

untuk konstruksi atap dan masih banyak lagi aplikasi penggunaan pengelasan. Dan pengelasan yang akan dibahas dan diteliti adalah pengelasan pada penyambungan pipa mild steel dengan menggunakan las MIG (*Metal Inert Gas arc Welding*).

Dalam praktek di lapangan pengelasan pipa mild steel dengan menggunakan las MIG (*Metal Inert Gas arc Welding*) sangat penting diperhatikan penggunaan arus listrik dan tekanan gas yang tepat. Karena dengan penggunaan arus listrik dan tekanan gas yang tepat akan mempengaruhi hasil kualitas lasan.

Pada pengelasan selalu akan terjadi proses thermal yang dapat ditunjukkan dengan terjadinya perubahan struktur mikro pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), daerah panas ini dipengaruhi oleh jenis material, input panas dan kecepatan pendinginan, kecepatan pendinginan seluruh permukaan terjadi tidak

seragam, hal ini disebabkan karena pemberian panas terjadi hanya pada salah satu sisi saja, sehingga terjadi tegangan sisa pada daerah las.

Pada sambungan las tegangan sisa terjadi pada jarak tertentu dari garis las, akibat dari pemanasan maka pipa mild steel akan mengembang ke segala arah yaitu, kearah lebar, panjang dan tebal pipa mild steel. Besarnya tegangan sisa yang terjadi pada pipa mild steel akan sangat dipengaruhi oleh temperatur yang terjadi pada proses pengelasan.

Pengembangan yang terjadi akibat pemanasan setempat pada pipa mild steel dengan ukuran yang relatif besar akan terhalang, hal ini disebabkan oleh panas yang terserap oleh material sehingga jangkauan panas semakin pendek. Besarnya tegangan yang terjadi pada proses pengelasan tergantung pada jenis pengelasan, jenis material, proses pengelasan, dan proses pendinginan.

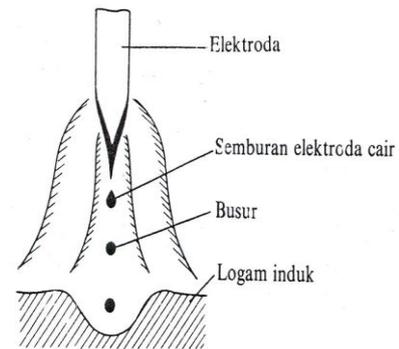
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengelasan dengan variasi arus listrik dan tekanan gas terhadap sifat fisis dan mekanis pada material pipa mild steel, dengan metode pengelasan menggunakan las MIG (*Metal Inert Gas arc Welding*) pengujian meliputi sifat fisis yaitu struktur mikro dan sifat mekanis yaitu kekuatan tarik dan kekerasan pada masing-masing daerah logam induk, daerah HAZ, daerah batas las dan daerah lasan.

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung yang digunakan adalah gas Argon, helium atau campuran keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O_2 antara 2 sampai 5% atau CO_2 antara 5 sampai 20%. Dalam banyak hal penggunaan las MIG sangat menguntungkan. Hal ini karena sifat-sifatnya yang baik, misalnya:

- Karena konsentrasi busur yang tinggi, maka busurnya sangat mantap dan percikanya sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan.
- Karena dapat menggunakan arus yang tinggi maka kecepatannya juga sangat tinggi, sehingga efisiensinya sangat baik.
- Terak yang terbentuk cukup banyak.
- Ketangguhan dan elastisitas, kedekatan udara, ketidakpekaan terhadap retak dan sifat-sifat lainnya lebih baik dari pada yang dihasilkan dengan cara pengelasan yang lain

Karena hal-hal tersebut di atas, maka las MIG banyak sekali digunakan dalam praktek terutama untuk pengelasan baja – baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja kuat dan logam – logam bukan baja yang tidak dapat dilas dengan cara yang lain.

Sifat-sifat seperti yang diterangkan diatas sebagian besar disebabkan oleh sifat dari busur yang dihasilkan. Dalam (gambar 2.4), ditunjukkan keadaan busur dalam las MIG dimana terlihat ujung elektroda yang selalu runcing. Hal inilah yang menyebabkan butir-butir logam cair menjadi halus pemindahannya berlangsung dengan cepat seakan-akan seperti disemburkan.

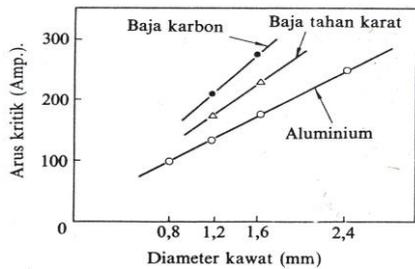


Gambar 1. Pemindahan Sembur pada Las MIG.
(Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, 2004)

Terjadinya penyemburan logam cair seperti diterangkan diatas disebabkan oleh beberapa hal, antara lain polaritas listrik dan arus listrik. Dalam las MIG biasanya digunakan listrik arus searah dengan tegangan tetap sebagai sumber tenaga. Dengan sumber tenaga ini biasanya penyemburan terjadi bila polaritasnya adalah polaritas balik. Disamping polaritas ternyata bahwa besar arus juga memegang peranan penting, bila besar arus melebihi suatu harga tertentu yang disebut harga kritik barulah terjadi pemindahan sembur.

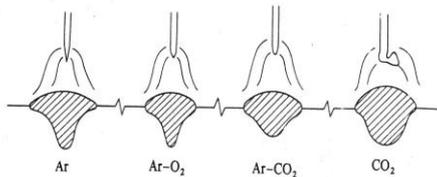
Diagram dalam (gambar 2.5) menunjukkan hubungan antara arus kritik dan terjadinya penyemburan. Besarnya arus kritik tergantung dari pada bahan kawat las, garis tengah kawat dan jenis gas pelindungnya. Bila diameternya mengecil, besarnya arus kritik yang diperlukan juga menurun. Penambahan gas CO_2 kedalam gas Argon akan menaikkan besarnya arus listrik. Dalam diagram

(gambar 2.6) ditunjukkan hubungan antara arus kritis dan ukuran kawat untuk beberapa bahan kawat las.



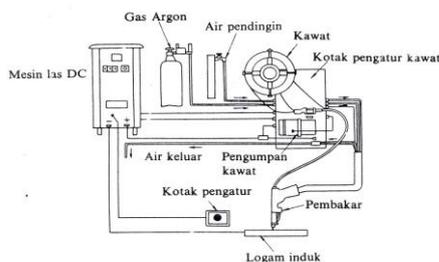
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Arus Kritis dan Diameter Kawat. (Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, 2004)

Karena busur dalam las MIG konsentrasinya tinggi maka jelas bahwa penetrasinya sangat dalam di tempat busur dan segera mendangkal pada sekitarnya, seperti terlihat dalam (gambar 2.7). Hal ini perlu diperhatikan oleh juru las agar jangan sampai terjadi penetrasi dangkal pada daerah sambungan. Gas CO_2 juga mempengaruhi dalamnya penetrasi. Bila gas ini dicampurkan kedalam gas Argon, maka penetrasi pada tempat busur berkurang tetapi penetrasi di sekitarnya makin dalam. Apabila gas CO_2 murni yang digunakan sebagai pelindung maka penetrasinya pada seluruh daerah busur menjadi dalam.



Gambar 3. Pemindahan Gas pelindung terhadap penetrasi. (Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, 2004)

Kawat pengisi dalam las MIG biasanya diumpankan secara otomatis, sedangkan alat pembakarnya digerakkan dengan tangan. Dengan ini tercipta suatu alat las semi otomatis dimana konstruksinya dapat dilihat dalam (gambar 4).

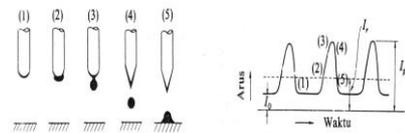


Gambar 4. Mesin las MIG semi-otomatik.

(Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, 2004)

Kadang – kadang las MIG juga dilaksanakan secara otomatis penuh, di mana alat pembakarnya ditempatkan pada suatu kedudukan yang berjalan. Kawat las yang digunakan biasanya berdiameter antara 1,2 sampai 1,6 mm. Standarisasi kawat las MIG menurut JIS untuk pengelasan baja tahan karat ditunjukkan dalam (tabel 2.1) Standarisasi ini juga berlaku untuk pengelasan TIG.

Pada umumnya las MIG dapat digunakan secara memuaskan, kecuali satu hal yaitu cara ini agak sukar untuk pengelasan posisi tegak dan untuk pelat – pelat tipis. Hal ini dapat diperbaiki dengan menggunakan arus rendah yang mengakibatkan proses pemindahan sembur tidak terjadi. Untuk menimbulkan semburan ini maka terhadap arus dasar (I_o) rendah tadi ditambahkan arus pulsa (I_p) dengan frekwensi antara 50 sampai 100 Hz. Karena penambahan arus pulsa ini maka cara ini disebut juga pengelasan busur pulsa. Skema pemindahan cairan dan hubungannya dengan arus pulsa dapat dilihat (gambar 2.8), Gabungan antara arus dasar dan arus pulsa ini menyebabkan keseluruhan penggunaan listrik lebih rendah, karena pencairan dilakukan oleh arus dasar yang rendah sedang pemindahan sembur dilakukan oleh arus pulsa. Las busur pulsa ini sekarang sangat banyak dipakai baik untuk pengelasan pelat tipis maupun untuk pelat tebal dan untuk segala posisi.



Gambar 5. Pemindahan Logam dan Bentuk Gelombang Arus pada Las Busur Pulsa. (Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, 2004)

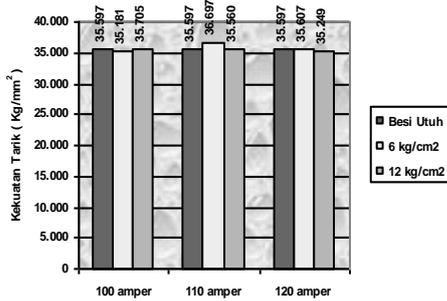
Dari hasil pengujian tarik, kekuatan tarik baja yang dilas MIG dengan menggunakan tekanan gas 6 kg/cm^2 dan 12 kg/cm^2 dengan arus 100 amper, 110 amper, dan 120 amper kekuatan tariknya relatif sama. Hal ini disebabkan karena jumlah logam las yang masuk dalam kampuh akan lebih banyak.

Data kekuatan tarik untuk masing - masing tekanan gas dan kuat arus listrik sebagai berikut:

- tekanan gas 6 kg/cm^2 , dengan arus 100 amper = $35,181 \text{ kg/mm}^2$
- tekanan gas 6 kg/cm^2 , dengan arus 110 amper = $36,697 \text{ kg/mm}^2$
- tekanan gas 6 kg/cm^2 , dengan arus 120 amper = $35,607 \text{ kg/mm}^2$

- tekanan gas 12 kg/cm^2 , dengan arus 100 ampere = $35,705 \text{ kg/mm}^2$
- tekanan gas 12 kg/cm^2 , dengan arus 110 ampere = $35,56 \text{ kg/mm}^2$
- tekanan gas 12 kg/cm^2 , dengan arus 120 ampere = $35,24 \text{ kg/mm}^2$

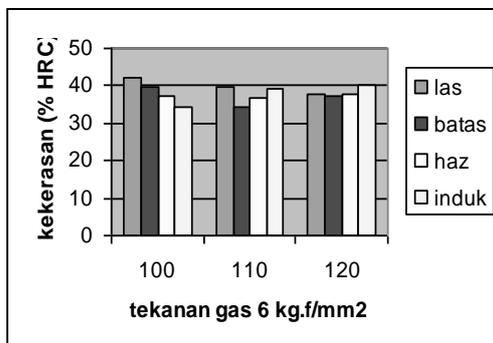
Dari hasil pengujian tarik maka yang putus adalah bagian logam induknya bukan hasil dari pengelasan MIG, maka pengelasan untuk tekanan gas dan kuat arus diatas bisa dikatakan masih dalam keamanan pemakaian untuk pengelasan MIG.



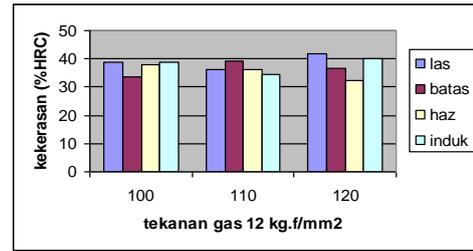
Gambar 6. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan tekanan gas

Dilihat dari kekuatan tariknya pengelasan baja dengan menggunakan beberapa arus dan tekanan gas hasilnya hamper sama. Kekuatan tarik pada pengelasan sangat tergantung pada metode pengelasan, kuat arus listrik, tekanan gas dan cara pengelasan. Walaupun dengan tekanan gas dan kuat arus yang baik tapi cara pengelasannya kurang baik maka kualitas hasil lasan akan berkurang.

Pada pengujian kekerasan Rock well untuk pipa Mild steel dengan type JIS G 3445 skala yang dipakai menggunakan skala C dengan beban 150 kg dan penetrator menggunakan diamond cone 120° , ini dipilih karena bahan yang diuji adalah baja. Dari hasil pengujian kekerasan rock well dengan menggunakan HRC maka di dapat hasil sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik hubungan kekerasan Rockwell dengan arus listrik dan tekanan gas 6 kg/cm²



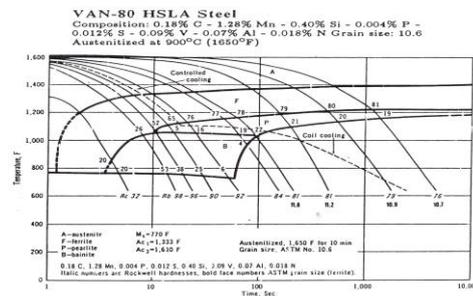
Gambar 8. Grafik hubungan kekerasan Rockwell dengan arus listrik dan tekanan gas 12 kg/cm²

Dari hasil pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa jika titik pengujian semakin jauh dari logam las (weld metal) nilai kekerasan yang diperoleh semakin rendah..

Dengan pengambilan titik untuk uji kekerasan seperti pada Gambar 7 dan Gambar 8 bertujuan untuk mengetahui sejauh mana dampak pengelasan terhadap kekerasan dan secara tidak langsung untuk mengetahui distribusi panas yang terjadi pada pengelasan.

Untuk setiap daerah las dan HAZ masing-masing dilakukan 3 kali pengujian kekerasan karena kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya adalah ketidak seragaman struktur butiran saat pembekuan sehingga hasil kekerasan pada ketiga titik akan berbeda-beda oleh karena itu perlu adanya pengujian kekerasan pada beberapa titik kemudian diambil nilai kekerasan rata-rata dari hasil tersebut dan dapat mewakili sebagai nilai kekerasannya.

Hasil pengujian pada struktur mikro yang dilakukan dengan memotret pada daerah las, logam batas dan daerah haz dan logam induk dengan pembesaran 200X. Dan berdasarkan diagram CCT (*Continuous Cooling Temperature*) dan TTT (*time temperature transformasi*), pada umumnya tersusun atas struktur ferit yang berwarna putih dan perlit yang berwarna hitam serta sedikit struktur martensit yang berbentuk seperti jarum.



Gambar 9. diagram CCT (*Continuous Cooling Temperature*) (Sumber : Atlas Of Time – Temperature Diagrams for Irons and Steels : hal 539)

Dari hasil perhitungan didapat Energi yang masuk (H_{net}) pada 100 ampere = 360 J/mm , pada 110 ampere = 396 J/mm , dan pada 120 ampere = 432 J/mm . Dan laju pendinginan (R) pada 100 ampere = $5,8 \text{ }^\circ\text{C/s}$, pada 110 ampere = $4,8 \text{ }^\circ\text{C/s}$, dan pada 120 ampere = $4,04 \text{ }^\circ\text{C/s}$.

Jadi besarnya arus listrik menyebabkan atau berpengaruh terhadap besarnya energi yang masuk, semakin besar arus yang dipakai maka semakin besar pula energi yang masuk. Dan mengakibatkan temperaturnya tinggi sehingga laju pendinginannya semakin lambat.

Dari hasil perhitungan besarnya laju pendinginan dapat dilihat pada diagram TTT di atas. Dari analisa penelitian yang dilakukan maka ada struktur yang ada adalah Austenit dan Ferit, Struktur tersebut adalah juga sama dengan diagram CCT dan TTT diatas. Struktur yang banyak terjadi adalah Austenit dari pada Ferlit.

Pada struktur mikro makin tinggi suhu yang diterima daerah las makin besar pula batas butirnya karena terjadi proses pertumbuhan atau perbesaran pada batas butir jika mobilitas dislokasi rendah pada suhu deformasi maka dislokasi akan tersebar secara acak di dalam logam.

Dalam pengujian struktur mikro jika semakin tinggi kadar ferit maka benda akan semakin lunak sedangkan untuk benda yang kadar perlitnya lebih besar akan semakin keras. Sedang untuk benda yang struktur bainit dan martensitnya besar maka benda akan getas.

Kesimpulan

1. Berdasarkan dari hasil pengujian tarik dan kekerasan maka sebaiknya untuk mengelas pipa JIS G 3445 dengan las MIG maka arus yang dipergunakan sebaiknya 100 ampere dengan tekanan gas 6 kg/cm².
2. Karena dipengaruhi perbedaan panas pada proses pengelasan mengakibatkan perbedaan nilai kekerasan antara logam daerah las, logam daerah batas las, logam daerah HAZ dan logam induk. Nilai kekerasan semakin jauh dari logam las akan semakin kecil.
3. Pengaruh siklus thermal pada proses pengelasan mempengaruhi susunan dan jenis struktur mikro yang dihasilkan.
4. Struktur mikro yang terbentuk pada daerah las, daerah batas las, daerah HAZ, dan daerah logam induk mayoritas tersusun atas struktur ferit dan sedikit perlit.
5. Semakin banyak kadar ferit dalam benda, benda akan semakin ulet dan semakin banyak kadar perlitnya benda akan semakin getas.

Saran

Dalam melakukan pengelasan hendaknya memperhatikan pemilihan arus listrik dan tekanan gas yang tepat, ini akan mempengaruhi hasil kualitas lasan. Dengan melihat perpatahan pada pengujian tarik yang terjadi pada pengelasan maka perlu adanya usaha untuk memperbaiki teknik dan prosedur pengelasan.

Dalam pengelasan harus dihindari terbentuknya struktur bainit dan martensit agar hasil lasan tidak rapuh dan getas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin Syamsul, 1982, *Las Listrik dan Otogen*, Cet. 2, Jakarta, Ghalia Indonesia.
- ASM, Hand Book, Vol 9, 1992, *Methallography And Microstructures*, ASM International, USA
- ASM, Hand Book, Vol 6, 1992, *Welding Brazing and Soldering*, ASM International, USA
- Djaprie Sriatie, Diater G. E., 1987, *Metalurgi Mekanik Jilid I*, Jakarta, Erlangga.
- Nikko Steel Built on Quality and Technology*, Jakarta, PT. Alam Lestari Unggul.
- Surdia Tata, Saito Shinroku, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Wiriosumarto Harsono, Okumura Thosie, 2004, *Teknologi Pengelasan Logam*, Cet 9, Jakarta, Pradnya Paramita.