JURNAL

PENGARUH PEMBERIAN PANAS AWAL PADA HASIL PENGELASAN *TIG* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA TAHAN KARAT 316L

GIVING EFFECT TO HEAT THE BEGINNING OF THE NATURE OF WELDING TIG PHYSICAL AND MECHANICAL RESISTANT STAINLESS STEEL 316L

Oleh:

ROBBY SETIAWAN

NPM. 11.1.03.01.0071

Dibimbing oleh :

1. **Irwan Setyowidodo, M.Si.**
2. **Am. Mufarrih, M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: ROBBY SETIAWAN
NPM	: 11.1.03.01.0071
Telepun/HP	: 085732508002
Alamat Surel (Email)	: obbiemanyu@yahoo.com
Judul Artikel	: PENGARUH PEMBERIAN PANAS AWAL PADA HASIL PENGELASAN *TIG* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA TAHAN KARAT 316L
Fakultas – Program Studi	: TEKNIK – TEKNIK MESIN
NamaPerguruan Tinggi	: UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl KH Achmad Dahlan 76 Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa:

a. Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiatisme.
b. Artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri,……..
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Irwan Setyowidodo, M.Si	**Am. Mufarrih, M.T.**	Robby Setiawan
NIDN. 071 098409	NIDN. 0730048904	NPM 11.1.03.01.0071

PENGARUH PEMBERIAN PANAS AWAL PADA HASIL PENGELASAN *TIG* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA TAHAN KARAT 316L

Robby Setiawan
11.1.03.01.0071
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
obbiemanyu@yahoo.com
Irwan Setyowidodo, M.Si. dan Am. Mufarrih, M.T.
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi dari meningkatnya pengerjaan pengelasan dalam dunia industri dan pertambangan. Masalah yang timbul adalah terjadinya tegangan sisa akibat panas yang dihasilkan pada proses pengelasan, sehingga berakibat terjadinya kerusakan atau cacat pada hasil pengelasan. Pemberian panas awal bertujuan untuk menstabilkan spesimen penelitian agar tidak terjadi cacat las karena panas yang timbul saat pengelasan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian panas awal pada hasil pengelasan *TIG* terhadap sifat fisis dan mekanis baja tahan karat 316L.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, yang bertujuan mengetahui sebab dan akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan oleh peneliti. Pada penelitian ini, perlakuan yang diberikan oleh peneliti adalah pengelasan dengan variasi suhu panas awal sebelum pengelasan. Pengelasan dilakukan dengan metode *TIG* pada baja tahan karat 316L dengan bahan pengisi ER308L menggunakan arus 95 *Ampere* dengan kampuh V tunggal 60°. Variasi suhu panas awal yang diberikan 225°*C*, 325°*C*, dan 425°*C* yang kemudian diuji menggunakan foto mikrostruktur dan uji tarik. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif.

Pada hasil pengujian struktur mikro dapat diamati *pearlite* dan *ferrite*. Perbedaan yang signifikan dipengaruhi suhu pemberian panas awal, semakin tinggi suhu yang diberikan menyebabkan butir-butir *pearlite* semakin lebih merata. Hal ini menyebabkan tingkat kekerasan yang tinggi pada pada logam las dan *HAZ*. Berdasarkan nilai yang diperoleh dari uji tarik, nilai tegangan tertinggi didapat pada spesimen uji dengan temperatur pemenasan awal 425°*C* yaitu sebesar 58.95 *Mpa*. Hal ini disimpulkan bahwa temperatur yang ideal untuk suhu pemanasan awal pengelasan *TIG* pada baja tahan karat 316L adalah 425°*C*.

Kata Kunci : Pengelasan *TIG*, baja tahan karat 316L, pemberian panas awal.

I. LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada saat ini untuk menghasilkan konstruksi yang kuat menjadikan teknik pengelasan sebagai pilihan utama dalam pembangunan sebuah konstruksi. Teknik pengelasan telah banyak dipergunakan pada area industri seperti pada penyambungan batang-batang konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Maka dari itu diperlukan hasil pengelasan yang memiliki kualitas pengelasan yang baik dalam menunjang konstruksi yang kuat, aman, dan tahan lama. Hasil pengelasan yang berkualitas tidak hanya bisa dilihat secara visual, namun juga perlu diketahui secara struktur. Maka sangatlah diperlukan pengukuran dan pengujian hasil las, untuk mengetahui hasil pengelasan tersebut apakah sudah memenuhi kriteria yang diinginkan.

Selama proses pengelasan, logam induk dan logam las mengalami siklus *thermal* berupa pemanasan dan pendinginan. Siklus *thermal* menyebabkan terjadinya tegangan dan regangan yang selanjutnya mengakibatkan tegangan sisa dan distorsi. Tegangan sisa bisa menyebabkan menurunnya kekuatan las, perubahan bentuk permanen, dan bahkan bisa menyebabkan keretakan hasil pengelasan. Tegangan sisa tidak bisa terlihat maupun terukur, tegangan sisa bisa dilihat dengan cara menganalisa struktur mikro hasil pengelasan yang disebut dengan *Non-Destructive Test* (*NDT*) dan dengan cara merusaknya atau dikenal dengan *Destructive Test* (*DT*).

Tegangan sisa adalah tegangan yang bekerja pada bahan setelah semua gaya-gaya luar yang bekerja pada bahan tersebut dihilangkan. Penyebab terjadinya tegangan sisa selain dari tegangan *thermal* seperti pada pengelasan dan perlakuan panas juga bisa terjadi karena deformasi plastis tidak merata yang disebabkan oleh gaya-gaya mekanis seperti pada pengerolan, penempaan, pembentukan logam atau pekerjaan lain yang dilakukan dengan mesin. Oleh karena itu diperlukan persiapan material dan peralatan terlebih dahulu agar dapat meminimalkan terjadinya tegangan sisa dalam proses pengelasan. Operator las sering kali mengabaikan hal-hal yang penting dalam proses pengelasan dan hanya mengandalkan pengalaman lapangan.

Metode dalam pengelasan juga dapat mempengaruhi kualitas dari hasil pengelasan. Metode yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (*GTAW*) atau bisa juga disebut dengan *Tungsten Inert Gas* (*TIG*). Pengelasan *TIG* sangat tepat digunakan untuk baja tahan karat 316L.

Menurut Sudibyo dan Purboputro (2013: 42), pengelasan dengan menggunakan *GTAW* banyak digunakan untuk mengelas bahan *stainless steel*. Hal ini disebabkan gas tungsten akan mengusir oksigen yang akan menimbulkan oksida logam yang hasilnya sangat keras. Dengan *GTAW*, oksida logam tersebut dapat dihindari terbentuknya.

Menurut Sonawan dan Suratman (2006: 81), adanya pemanasan dan pendinginan produk lasan merupakan indikasi bahwa pada proses pengelasan sebenarnya terjadi proses perlakuan panas. Perubahan struktur mikro HAZ adalah salah satu contoh produk perlakuan panas pengelasan.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemberian panas awal dari suatu logam sebagai variasi suhunya. Pemberian panas awal (*preheat*) berfungsi untuk mencegah hasil pengelasan mengalami temperatur secara tiba-tiba yang bisa mengakibatkan daerah pengelasan retak (*crack*) dan melebarnya daerah HAZ yang terkena api las. Material yang akan dilas minimal mempunyai temperatur yang sedikit mendekati panas api las dan siap untuk menerima panas lanjutan. Setelah itu akan dibandingkan dengan material yang belu mendapatkan pemanasan awal. Berdasar pada uraian di atas maka perlu dilaksanakan penelitian dengan judul : *"Pengaruh Pemberian Panas Awal Pada Hasil Pengelasan TIG Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Tahan Karat 316L"*

II. METODE

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan menipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol untuk menjawab pertanyaan dan memecahkan masalah. Untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang dikontrol secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (*treatment*), pada kondisi tersebut inilah yang dilakukan pada penelitian eksperimen.

Peralatan-peralatan yang digunakan untuk penelitian harus dipersiapkan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan. Berikut ini adalah peralatan yang digunakan untuk penelitian:

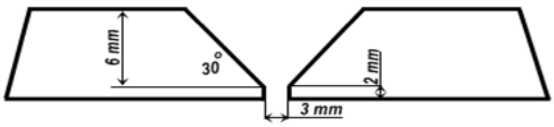
1) Mesin las *TIG* arus DC "Pana WP 300"
2) Peralatan pengelasan
3) Penggaris
4) Jangka sorong
5) *Bevel* (pengukur sudut)
6) Kikir
7) Ampelas
8) Mesin gergaji dan perlengkapannya

9) Mesin frais vertikal dan perlengkapannya
10) Alat foto mikro: *Examet Union*
11) Alat uji tarik: *Shimadzu* UH-300knX

Tahap Awal Penelitian:

1) Pembelian bahan penelitian yaitu Baja Tahan Karat316L.
a) Pemotongan bahan dilakukan di Bengkel Las *VEDC* Malang.

Proses yang pertama dilakukan adalah dengan membuat spesimen dengan kampuh V tunggal. Proses ini dilaksanakan di *VEDC* Malang. Pada proses pembuatan kampuh V, mula-mula plat dipotong sebanyak 6 buah plat yang nantinya akan menjadi 3 pasang plat yang akan dilas. Pemotongan plat dilakukan dengan menggunakan mesin gergaji membentuk ukuran panjang 220 mm dan lebar 85 mm. Plat yang sudah dipotong sesuai ukuran, kemudian difrais salah satu sisi plat dengan sudut 30° setebal 6 mm dan 2 mm untuk *root face*.



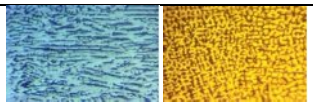
Gambar 3.4 Kampuh V Tunggal

Proses pengelasan dilakukan di VEDC Malang. Pada proses pengelasan dilakukan oleh tenaga ahli yang memiliki sertifikasi las sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan, yaitu pengelasan *TIG*.

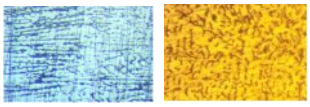
Sebelum proses pengelasan dilakukan, yaitu dilakukan *preheating*. Langkah pertama yaitu memperersiapkan oven logam dan *setting* pada suhu 225°C. Masukkan benda kerja untuk suhu 225°C. Setelah benda kerjadi *preheat* selama 30 menit lalu benda kerja dilas menggunakan metode *TIG* dengan mempertahankan suhu *preheat*. Hal serupa dilakukan pada benda kerja untuk suhu 325°C dan 425°C. Waktu pendinginan dan jarak waktu dari oven selanjutnya dilakukan pengelasan diabaikan atau tidak diberi ketentuan.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

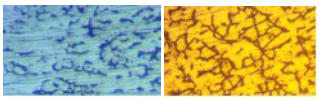
Dalam praktikum pengujian metalurgi ini yang bertujuan untuk mengetahui mikrostruktur dari baja tahan karat 316l setelah mendapat variasi suhu pemberian panas awal pengelasan pada daerah las dan *HAZ*. Karena mikrostruktur ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dari bahan uji. Untuk mengetahui mikrostruktur dari bahan uji yang harus dilakukan adalah dengan melihatnya dengan menggunakan optikal mikroskop. Berikut ini hasil foto mikrostruktur daerah las dan *HAZ* dari spesimen uji:



Gambar 1 Hasil Foto Mikrostruktur Pemberian Panas Awal 225°*CHAZ* dan Daerah Las



Gambar 2 Hasil Foto Mikrostruktur Pemberian Panas Awal 325°*C HAZ* dan Daerah Las



Gambar 3 Hasil Foto Mikrostruktur Pemberian Panas Awal 425°*C HAZ* dan Daerah Las

Dari gambar 1, gambar 2, dan gambar 3 dapat dilihat pada bagian berwarna terang yang disebut disebut *pearlite* lebih merata daripada bagian yang berwarna gelap atau yang disebut dengan *ferrite.*Pada gambar tersebut dapat dilihat, semakin tinggi suhu panas awal yang diberikan, pada bagian yang berwarna terang (*pearlite*) semakin merata.

Untuk prosedur hasil pengujian pada bagian ini dipaparkan hasil pengujiannya. Kemudian hasilnya terlebih dahulu dicatat menggunakan tabel eksperimental sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pemberian Panas Awal 225°*C*

Material	Arus Las (*Ampere*)	*Preheating* (°*Celcius*)	σ (*MPa*)	*Elongation* (%)
Baja Tahan Karat 316L	95	225	58.06	19.12%

Hasil penelitian pada tabel 1 diterangkan bahwa pada pemberian panas awal 225°*C* pada baja tahan karat 316l menggunakan arus 95 *Ampere* didapat kekuatan tarik maksimum sebesar 58.06*MPa*, sedangkan untuk perpanjangannya sebesar 19.12%.

Tabel 2 Hasil Pemberian Panas Awal 325°*C*

Material	Arus Las (*Ampere*)	*Preheating* (°*Celcius*)	σ (*MPa*)	*Elongation* (%)
Baja Tahan Karat 316L	95	325	57.54	30.66

Hasil penelitian pada tabel 2 diterangkan bahwa pada pemberian panas awal 325°*C* pada baja tahan karat 316l menggunakan arus 95 *Ampere* didapat kekuatan tarik maksimum sebesar 57.54 *MPa*, sedangkan untuk perpanjangannya sebesar 30%.

Tabel 3 Hasil Pemberian Panas Awal 425°*C*

Material	Arus Las (*Ampere*)	*Preheating* (°*Celcius*)	σ (*MPa*)	ε (%)
Baja Tahan Karat 316L	95	425	58.95	48.57

Hasil penelitian pada tabel 3 diterangkan bahwa pada pemberian panas awal 225°*C* pada baja tahan karat 316l menggunakan arus 95 *Ampere* didapat kekuatan tarik maksimum sebesar 58.95*MPa*, sedangkan untuk perpanjangannya sebesar 48.57%.

Untuk melakukan analisa pada struktur mikro sebelumnya dilakukan perhitungan pada hasil foto mikrostruktur spesimen dengan cara menampakan grid pada permukan hasil foto mikrostruktur. Perhitungan dilakukan secara manual yaitu dengan menghitung kotak-kotak bagian yang berwarna terang dan bagian yang berwarna gelap pada hasil foto yang sudah di grid. Berikut ini adalah hasil perhitungan pengamatan pada foto mikrostruktur dengan pemberian panas awal 225°*C* daerah *HAZ* dan las bagian yang berwarna terang dan gelap:

Tabel 4 Hasil Perhitungan Foto Mikrostruktur *Peheating* 225°*C*

Hasil Foto	*Preheating* (°*C*)	Terang	Gelap
Haz	225	1600	1400
Las	225	1750	1250

Berikutnya adalah hasil perhitungan pengamatan pada foto mikrostruktur dengan pemberian panas awal 325°*C* daerah *HAZ* dan las bagian yang berwarna terang dan gelap:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Foto Mikrostruktur *Preheating* 325°*C*

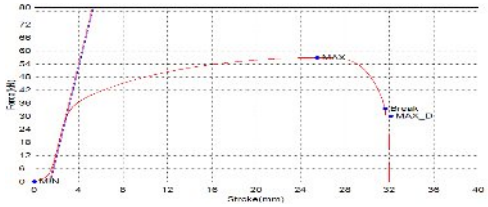
Hasil Foto	*Preheating* (°*C*)	Terang	Gelap
Haz	325	1640	1360
Las	325	1781.25	1218.75

Berikutnya adalah hasil perhitungan pengamatan pada foto mikrostruktur dengan pemberian panas awal 425°*C* daerah *HAZ* dan las bagian yang berwarna terang dan gelap:

Tabel 6 Hasil Perhitungan Foto Mikrostruktur *Preheating* 425°*C*

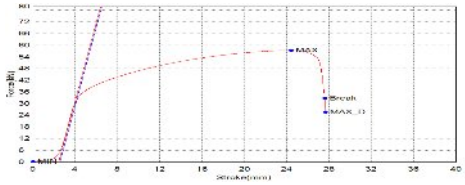
Hasil Foto	*Preheating* (°C)	Terang	Gelap
Haz	425	1701	1299
Las	425	1816	1184

Untuk mendukung lebih jelas hasil analisis data dari uji tarik, maka akan digunakan pemaparan berupa grafik sebagai berikut:



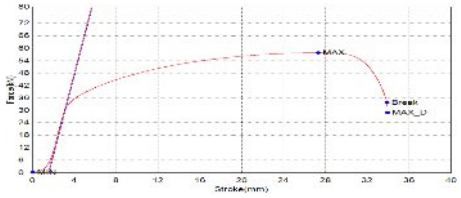
Gambar 4 Data Hasil Uji Tarik Pemanasan Awal 225°*C*

Dari gambar 4 ditunjukkan pada titik *MAX* merupakan besar beban maksimum yang didapatkan dalam uji tarik, yaitu 56,94 *kN*. Sedangkan pada titik *MAX_D* merupakan titik dimana bahan yang diuji putus atau patah, yaitu sepanjang 32 mm.



Gambar 5 Data Hasil Uji Tarik Pemanasan Awal 325°*C*

Dari gambar 5 ditunjukkan pada titik *MAX* merupakan besar beban maksimum yang didapatkan dalam uji tarik, yaitu 57,405 *kN*. Sedangkan pada titik *MAX_D* merupakan besar tegangan dimana bahan yang diuji putus atau patah, yaitu sepanjang 27 mm.



Gambar 6 Data Hasil Uji Tarik Pemanasan Awal 425°*C*

Dari gambar 6 ditunjukkan pada titik *MAX* merupakan besar beban maksimum yang didapatkan dalam uji tarik, yaitu 57,806 *kN*. Sedangkan pada titik *MAX_D* merupakan besar tegangan dimana bahan yang diuji putus atau patah, yaitu sepanjang 34 mm.

Pada hasil foto mikrostruktur baja tahan karat 316L yang telah mendapatkan pemberian panas awal 225°*C*, 325°C, dan 425°*C* pada pengelasan *TIG* pada *Haz* memiliki nilai warna terang berturut-turut 1600, 1640, 1701 dan warna gelap 1400, 1360, 1299. Sedangkan pada hasil foto mikrostruktur baja tahan karat 316L yang telah mendapat pemberian panas awal 225°C, 325°C, dan 425°*C* pada pengelasan *TIG* pada daerah las memiliki nilai warna terang berturut-turut 1750, 1781.25, 1816 dan warna gelap 1250, 1218.75, 1184. Dari data tersebut dapat diasumsikan semakin

tinggi suhu panas awal pengelasan yang diberikan baja tahan karat 316L menjadi lebih keras walau tanpa dilakukan uji kekerasan.

Hal tersebut karena pengaruh pemberian panas awal sebelum proses pengelasan *TIG* yang dialami oleh material baja tahan karat 316l menjadi lebih keras karena prosentase *ferrite* menurun dan *perlite* meningkat. Menunjukkan diagram fasa selama proses pemanasan dan pendinginan yang lambat (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).

Dari data hasil uji tarik diketahui pada spesimen yang diberikan suhu pemanasan awal sebesar 225°*C* mendapatkan tegangan maksimum sebesar 58.06*MPa*dan regangan sepanjang 19.12%. Sedangkan pada spesimen yang diberikan suhu pemanasan awal sebesar 425°*C* mendapatkan tegangan maksimum sebesar 58,95*MPa* regangannya sepanjang 48.57%. Namun pada spesimen yang diberikan suhu pemanasan awal sebesar 325°*C* mendapatkan tegangan maksimum sebesar 57,54*MPa*regangannya hanya sepanjang 30.66%. Tegangan maksimum terbesar pada 3 kali pengujian sepesimen didapat pada spesimen yang diberikan suhu pemanasan awal 425°*C*. Untuk spesimen yang mendapatkan regangan terpanjang didapat pada spesimen yang diberikan suhu pemanasan awal 425°*C* yaitu 48.57%. Kekuatan sambung las sangat oleh sifat logam induk, sifat daerah *HAZ*, sifat logam las, dan geometri serta distribusi tegangan dalam sambungan (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).

Dari hasil penelitian uji foto mikrostruktur diperoleh prosentase *pearlitre* baja tahan karat 316L yang dilakukan pemberian panas awal 225°C, 325°C, 425°*C* pada pengelasan *TIG* pada daerah las 58.34%, 59.37%, 60.53% dan pada *HAZ* 53.33%, 54.67%, 56.7%. Sedangkan untuk hasil penelitian uji foto mikrostruktur diperoleh prosentase *ferrite* baja tahan karat 316L yang dilakukan pemberian panas awal 225°C, 325°C, 425°*C* pada pengelasan *TIG* pada daerah las 41.66%, 40.63%, 39.47% dan pada *HAZ* 46.67%, 45.33%, 43.3%.

Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pemberian panas awal pada pengelasan *TIG* material baja tahan karat 316L pada penelitian ini memiliki prosentase *ferrite* menurun, sedangkan nilai *pearlite* meningkat. Hal ini disebabkan karena pengaruh pemberian panas awal sebelum proses pengelasan *TIG* yang dialami oleh material baja tahan karat 316L.

Berdasarkan anlisa hasil penelitian dan pembahasan dari pengujian tarik, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini:

1. Semakin tinggi suhu pemberian panas awal pada pengelasan *TIG* dengan arus

95 *Ampere* pada baja bahan tahan karat 316L maka semakin besar pula tegangan maksimum yang dialami,.

2. Berdasarkan hasil penelitian ini tegangan maksimum terbesar didapatkan pada sepesimen yang diberikan suhu pemanasan awal sebesar 425°*C* yaitu sebesar 58.95 *MPa*. Dan untuk regangan terpanjang didapatkan oleh spesimen yang mendapatkan suhu pemanasan awal sebesar 425°*C* yaitu sepanjang 48.57%.

IV. DAFTAR PUSTAKA

Sonawan, H dan Rochim Suratman. 2006. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.

Sudibyo, A dan Pramuko Ilmu Purboputro. 2013. Pengaruh Pengelasan *Gas Tungsten Arch Welding (GTAW)* dengan variasi Pendingin Air dan Udara pada *Stainless Steel* 304 terhadap Uji Komposisi kimia, Struktur Mikro, Kekerasan Uji *Impact*. *Simposium Nasional RAPI XII*.Hlm. M41-M48.

Wiryosumarto, H. dan T. Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. PradyaParamita.