

**PENGELASAN SMAW PADA BAJA TRS 400 MENGGUNAKAN
ELEKTRODA E-6013 DAN E-7016 TERHADAP
NILAIKEKERASANNYA**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Pengujian Skripsi Jurusan Teknik Mesin
Sebagai Salah Satu Percaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

**JAWIR
1201963/2012**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

PERSETUJUAN EKSPERIMENTASI

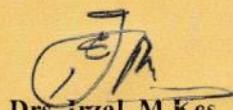
PENGELASAN SMAW PADA BAJA TRS 400 MENGGUNAKAN
ELEKTRODA E-6013 DAN E-7016 TERHADAP
NILAI KEKERASANNYA

Nama : Jawir
NIM : 1201963
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 02 Agustus 2016

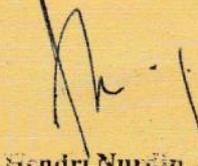
Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Drs. Irzal, M.Kes
NIP. 19610814 199103 1 004

Pembimbing II,



Hendri Nurdin, S.T.M.T.
NIP. 19730228 200801 1 007



Ketua Jurusan Teknik Mesin FT-UNP

Arwizet K, S.T, M.T
NIP.19620208 198903 1 002

FENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengelasan SMAW pada Baja TRS 400
Menggunakan Elektroda E-6013 dan E-7016
Terhadap Nilai Kekerasannya

Nama : Jawir

NIM : 1201963

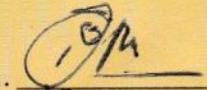
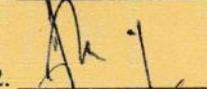
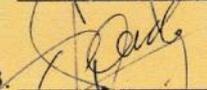
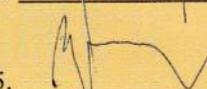
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Padang, 02 Agustus 2016

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Irzal, M.Kes	1. 
2. Sekretaris	: Hendri Nurdin, S.T., M.T	2. 
3. Anggota	: Drs. Darmawi, M.Pd	3. 
4. Anggota	: Drs. Nelvi Erizon, M.Pd	4. 
5. Anggota	: Zonny Amanda Putra, ST, MT	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 2 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna kepada siapa dikehendaki-Nya). Barang siapa yang mendapat hikmah itu sesungguhnya ia telah mendapatkan kebajikan yang banyak. Dan tidaklah yang menerima peringatan melainkan orang-orang yang berakal (Q.S. Al-Baqarah: 269)”

Allhamdulillahirabbil'alamin, kala usaha dan proses yang begitu panjang akhirnya sampai pada titik ini, sebuah karya mungil yang telah lewati pengorbanan dan penuh keringat yang luar biasa melelahkan dan pada akhirnya tugas akhir perkuliahan ini selesai, begitu baik cara Allah mendewasakan dalam melatih kesabaran, kegigihan, usaha, pengorbanan setiap hamba-Nya dan hadiahkan hasil terbaik dibalik itu semua.

Ya Rabb, tutur kata tak sanggup terucap atas kebahagiaan dalam mencapai klimaks kesempurnaan yang Engkau berikan, terima kasih atas keagungan-Mu dalam menganugerahkan kado terindah ini, terimalah segunung syukur dari hamba-Mu. Shalawat tuk kekasih Rabb, Rasulullah SAW. Seiring rasa syukurku dengan segala kerendahan hati dan mengharapkan ridho-Mu ya Allah, semoga skripsi ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan keluargaku tercinta.

***Kupersembahkan karya Kecilku ini Buat Ibundaku tersayang (siti aisyah)
dan Ayah tercinta (ahmad)***

*terimakasih banyak telah menjadi tokoh luar biasa yang selalu menginjeksikan idealisme, prinsip, edukasi, dan kasih sayang yang tak terhingga, penuh kesabaran dan penuh pengertian.
Semoga ini menjadi awal untuk membuat Ayah dan Ibu bahagia.*

Thank's to My Love Brother (bakriadi) dan Sister (karmiila)

*Atas segala perhatian dan support yang diberikan, aku bisa seperti ini.
Semoga aku bisa menjadi harapan bagi abg dan adek, dimata ibunda dan ayahanda tercinta*

Thank's to Brother and sister (bakriadi dan susanti)

*Atas segala perhatian dan support yang diberikan, aku bisa seperti ini.
Semoga tidak sia – sia pengorbanan yang telah diberikan kepada ku terima kasih atas segala bantuan ketika aku kekurangan (bakriadi) dan semoga aku dapat menjadi contoh yang baik bagimu (susanti)*

Thank's to dosen

Bapak, Drs. Irzal, M. Kes, Bapak, Hendri Nurdin, M.T. (yang telah banyak memberikan waktu, fikiran, dan didikan mental dalam membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta seluruh dosen yang telah mendidik saya dan mengajarkan kepada saya ilmu yang bermanfaat sehingga saya dapat menyelesaikan kuliah saya di jurusan teknik mesin FT UNP

Thank's to My Bast Friends

Randy Rifandi (Randy) (makasih telah menolong ngedit skripsi saya)

Fazlika hadi (Hadi) (makasih telah menolong saya)

Bg Ade (Bg Ade) (terima kasih atas supportnya dan makasih sudah banyak membantu aku di sini)

Fatahillah (Dolah) (semangat S1 nya di teknik mesin UNP)

(Supri dan Muchtar) (semangat nyesun skripsinya)

(Reza, Azmul, Afzal/pacut, Zeiton) (semangat pergi kuliah/bek lee teungget)

Bg kairul rajab (Bg ron) (kapan wisuda,)

Dek ita dan dek yan (semangat penelitiannya, jangan pernah menyerah)

Eka zulnika (semangat kuliahnya di UIN)

My Friend's

Buat Teman2 T. Mesin Angkatan 2012, Randy Rifandi, Nofrizal Hidayat, wahyudi, irwanto, robi sabri, yudi anjang, robby Fernando dan kawansadonyoyang telah memberikan motivasi, do'a, perkenalan, persahabatan N kebersamaannya..... ☺

Semoga kita Semua diberkahi oleh Allah Subhanahu Wa Ta'alla.....

Amin Ya Raball Alamiin.....!!!!!!

Untuk Mahasiswa Teknik Mesin FT. UNP salam SOLIDARITY FOREVER....

Tak lupa untuk orang – orang yang dekat dengan ku dan yang lainnya yang tak dapat namanya ku sebut satu persatu

Pendidikan adalah pedoman dalam hidup, peringatan akan bahaya kebodohan, dak pembeda antara hak dan batil

^DO THE BEST^



By: Jawir

ABSTRAK

Jawir. 2012 : Pengelasan SMAW Pada Baja TRS 400 Menggunakan Elektroda E-6013 Dan E-7016 Terhadap Nilai Kekerasannya

Pembimbing I : Drs. Irzal, M,Kes
Pembimbing II : Hendri Nurdin, M.T
Email : Jawirabdya@gmail.com
: Irzal26@yahoo.com
: Hens2tm@yahoo.com

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan pada baja karbon rendah TRS 400 setelah dilas menggunakan elektroda E-6013 dan E 7016, Penelitian ini menggunakan bahan baja karbon rendah yaitu baja TRS 400 yang mengandung karbon kurang dari 0,2%. Pemilihan elektroda yang tepat merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan mutu sambungan las yang baik. Plat baja TRS 400 adalah plat baja yang sering digunakan dalam konstruksi pada umumnya. Pengelasan pada plat baja TRS 400 biasanya menggunakan jenis elektroda E-7016. Untuk mencegah terjadinya kegagalan, retak atau patah yang terjadi pada sambungan las akibat tekanan dan pembebanan secara tiba-tiba maka di butuhkan kekuatan dan sambungan las yang baik,

Penelitian yang di lakukan adalah penelitian jenis eksperimen, dimana hasil dari penelitian didapatkan setelah spesimen di uji pada labor pengujian teknik mesin UNP. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan brinell dengan 3 kelompok spesimen yaitu : bahan yang tidak dilas, bahan dilas dengan elektroda E-6013 dan bahan dilas dengan elektroda E-7016, didapatkan dari bahan yang berupa plat baja paduan karbon rendah TRS 400 yang telah mengalami las SMAW.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa Besarnya nilai rata-rata kekerasan baja TRS 400 tanpa dilas sebesar 341 BHN, Nilai kekerasan setelah pengelasan menggunakan elektroda E-6013, rata-rata kekerasan analisis sebesar 478 BHN dan nilai kekerasan setelah pengelasan menggunakan elektroda E-7016 nilai rata-rata analisis kekerasan sebesar 597 BHN. Dapat diketahui bahwa pengelasan baja TRS 400 dengan menggunakan elektroda E-7016 akan mempunyai kekerasan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan elektroda E-6013. Penggunaan elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan akan berpengaruh terhadap hasil pengelasan dan ketahanan pada suatu material.

Kata Kunci : *Las SMAW, kekerasan, Elektroda, Baja TRS 400.*

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum wr.wb

Syukur Alhamdulillah, penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul *“Pengelasan SMAW pada Baja TRS 400 Menggunakan Elektroda E-6013 Dan E-7016 terhadap Nilai Kekerasannya”* ini dengan baik. Shalawat beserta salam tidak lupa pula penulis hadiahkan kepada Baginda Rasulullah SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah kepada zaman yang penuh ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat sekarang ini.

Proposal penelitian ini ditulis dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan dan penulisan proposal penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan perhatian dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Irzal, M.Kes, selaku Dosen pembimbing I.
2. Bapak Hendri Nurdin, ST.MT, selaku Dosen pembimbing II.
3. Bapak Drs. Darmawi, M.Pd, selaku DosPen penguji I.

4. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M.Pd, selaku Dosen penguji II.
5. Bapak Zonny Amanda Putra. ST,MT, selaku Dosen penguji III.
6. Bapak Dr. Syahril, ST, MSCE, Ph.D, selaku dekan fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Arwizet K, ST. MT, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
8. Bapak drs. Syahrul, M.Si, selaku sekretaris jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
9. Seluruh Dosen, Teknisi dan Karyawan Universitas Negeri Padang.
10. Kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan dan memberi semangat, dukungan moril, materil, serta kasih sayang yang tidak ternilai harganya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal penelitian ini dengan baik.
11. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin, khususnya angkatan 2012 semoga sukses selalu.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan di terima serta di balas oleh Allah SWT, Amin. Penulis menyadari dalam penulisan proposal penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kritik dan saran sangat di harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Padang, april 2016

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Baja.....	6
1. Baja karbon.....	6
2. Baja paduan.....	9

3. Baja TRS 400	10
B. Pengertian las	11
C. Sifat mekanik	26
D. Pengujian kekerasan	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Disain Penelitian	30
B. Waktu Tempat	30
C. Objek Penelitian	30
D. Jenis dan Sumber Data	31
E. Alat Dan Bahan	31
F. Motode Pelaksanaan	32
G. Prosedur Penelitian	36
H. Instrumen Pengumpulan data	36
I. Teknik Analisis Data	37

BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Objek Penelitian	39
B. Data Hasil Penelitian	39
C. Grafik Hasil Penelitian	42
D. Pembahasan	42

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	44
B. Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Cacat las retak	3
2. Las SMAW	13
3. Pemindahan Logam Cair	13
4. Cara Penyalaan Elektroda	19
5. Menyambung Rigi-rigi Las	20
6. Mematikan Busur nyala	20
7. Jenis-jenis Sambungan Dasar	21
8. Kampuh V	22
9. Siklus Termal Daerah Lasan	23
10. Posisi Datar	24
11. Posisi Horizontal	25
12. Posisi vertikal	26
13. Posisi las di atas kepala	27
14. Pengujian Kekerasan Brinell.....	29
15. Spesimen Hasil Pengelasan dan Spesimen Uji Kekerasan	32
16. Bentuk Kampuh V pada Spesimen	34
17. .Spesimen Hasil Pengelasan.....	36
18. Diagram Prosedur Pengujian.....	37
19. Spesiemen Setelah Pengujian	39
20. Grafik Rata-Rata uji kekeraan jalur las	42

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Klasifikasi Baja Karbon	8
2. Spesifikasi Baja TRS 400	11
3. Macam dan fungsi bahan fluks	17
4. Hubungan tebal plat dan diameter elektroda dengan arus las	18
5. Tabulasi data pengujian kekerasan brinell	38
6. Data pengujian kekerasan brinell.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Spesifikasi Bahan	49
2. Lembaran Konsultasi	50
3. Dokumentasi Penelitian	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin tahun semakin maju dengan pesat, umumnya di dunia industri pengelasan. (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan *lumer* atau cair. Dengan kata lain las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan besar dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan.

Dalam teknologi logam, Baja TRS 400 Merupakan baja paduan yang berkualitas tinggi, mempunyai kualitas mekanik yang baik, dan mempunyai ketahanan yang cukup terhadap goresan, aplikasi yang baik untuk permesinan. Aplikasi penggunaan baja TRS 400 banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan, yaitu komponen mesin yang diberi

ketangguhan seperti: poros, pegas, baut, mur, gear, dan komponen mesin lainnya.

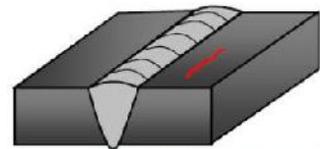
Baja TRS 400 diproduksi dengan memanfaatkan *wrought iron* yang diberikan pemanasan selanjutnya dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Pada saat pembentukan sering terjadi pemadatan, peregangan dan pengerutan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat-sifat mekanik dari bahan.

Konstruksi yang terbuat dari logam pada umumnya tidak terlepas dari proses perakitan karena suatu konstruksi biasanya terdiri dari beberapa komponen yang terpisah, salah satu proses perakitan adalah pengelasan. Dengan pengelasan dapat menghasilkan sambungan konstruksi yang kuat dan sulit dipisahkan.

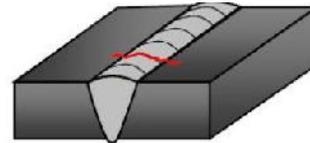
Kualitas pengelasan sangat ditentukan oleh beberapa faktor. Menurut Daryanto (2012:11) beberapa faktor tersebut antara lain bahan logam yang disambung, pengaruh panas, jenis kampuh, kecepatan menglas serta jenis dan type elektroda yang di pakai. Banyak pekerja di bidang pengelasan yang tidak mengetahui jenis elektroda apa saja yang baik untuk hasil pengelasan.

Disamping itu hasil pengelasan tersebut dapat menyebabkan perubahan terhadap kekuatan dan sifat mekanik lain bahan. Pada saat proses pengelasan juga mungkin terjadinya cacat las, cacat las tersebut mempengaruhi kekuatan benda yang dilas. Cacat las dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktornya adalah elektroda dan arus pengelasan, kerana apabila elektroda tidak

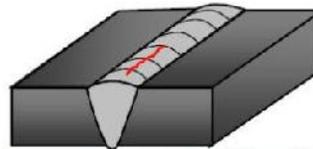
pas dengan arus yang diinginkan maka terjadi cacat las yang disebut retak. Retak adalah pecah-pecah pada logam las, baik searah ataupun transversal terhadap garis las, yang di timbulkan oleh tegangan internal. Retak pada logam las dapat mencapai logam dasar, atau retak terjadi seluruhnya pada logam dasar di sekitar las. Menurut Daryanto (2012: 8) pemanasan yang lebih merata dan pendingin yang lebih lambat akan mencegah pembentuk retak.



Retak memanjang pada logam induk



Retak melintang pada las



Retak memanjang pada las

Gambar 1. Cacat las retak

(<http://binaaji.wordpress.com/tag/macam-macam-las/>)

Untuk mengoptimalkan terhadap hasil pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas, memperhatikan elektroda dan arus yang digunakan. Untuk itu penelitian tentang pengelasan sangat mendukung dalam rangka memperoleh hasil pengelasan yang baik.

Untuk dapat mengetahui perbedaan jenis elektroda E-6013 dan E-7016 terhadap nilai kekerasan dari hasil pengelasan dengan las SMAW pada baja TRS

400, maka perlu dilakukannya pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan las SMAW. Sepengetahuan peneliti hal ini belum pernah diteliti sebelumnya.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini penulis mengambil judul **“Pengelasan SMAW pada Baja TRS 400 Menggunakan Elektroda E-6013 Dan E-7016 terhadap Nilai Kekerasannya”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Banyak pekerja pada konstruksi las yang sering tidak memperhatikan faktor pengontrolan, seperti pemakaian elektroda, posisi pengelasan, dan pemilihan arus sehingga kualitas hasil las menjadi kurang baik.
2. Arus pengelasan yang dilakukan pada proses penyambungan logam dapat mempengaruhi kekerasan bahan yang dilas.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terfokus maka penulis membatasi masalah yang akan diteliti adalah Uji kekerasan pada plat baja TRS 400 dengan tebal 8 mm menggunakan kampuh V dan menggunakan elektroda E 6013 dan E 7016 setelah mengalami proses pengelasan dengan las SMAW.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Apakah pengelasan dengan las SMAW menggunakan E-6013 dapat mempengaruhi kekerasan pada baja TRS 400?
2. Apakah pengelasan dengan las SMAW menggunakan E-7016 dapat mempengaruhi kekerasan pada baja TRS 400?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuktikan nilai kekerasan pada baja TRS 400 setelah mengalami proses pengelasan las SMAW menggunakan elektroda E-6013.
2. Membuktikan nilai kekerasan pada baja TRS 400 setelah mengalami proses pengelasan las SMAW menggunakan elektroda E-7016.

F. Manfaat Penelitian .

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan pengetahuan penulis tentang sifat bahan setelah mengalami pengelasan.
2. Dari data-data ini agar dapat menjadi referensi bagi industri dan khususnya bagi peneliti yang mengadakan penelitian dibidang ilmu yang sama.
3. Sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang yang penulis tempuh selama ini.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Baja

Menurut R.s Khurni and R.K Gupta (2005:26) *“Steel is an alloy of iron and carbon content up to a maximum of 1,5%. The carbon occurs in the form iron carbide, because of its ability to increase the hardness and strength of the steel.”*

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,5%. Sebagian dari baja digolongkan menurut konsentrasi karbon, yakni ke dalam baja karbon rendah, sedang dan tinggi.

1. Baja Karbon

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978:46), baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung didalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh prosentase karbon dan struktur mikro.

Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan goresan dan tahan suhu

baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasi baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

a. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk martensit.

Baja ini dijadikan mur, baut, ulir sekrup, peralatan senjata, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder, dan penggunaan yang hampir sama (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

b. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3% - 0,6% dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

Baja karbon sedang digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros penghubung, poros engkol dan alat angkat presisi (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

c. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung 0,6% - 1,5% C dan memiliki kekerasan yang tinggi namun keuletannya lebih rendah hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga baja menjadi getas.

Baja ini dibuat dengan cara digiling panas. Apabila baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas dan digunakan untuk peralatan mesin-mesin berat, batag-batang pengontrol, alat-alat perkakas tanagan, palu, tang, pegas kumparan dan sejumlah peralatan pertanian, seperti cangkul dan bajak (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

Tabel 1. Klasifikasi Baja Karbon

Jenis dan kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18 - 28	32 - 36	40 - 30	95 - 100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08 - 0,12	20 - 29	36 - 42	40 - 30	80 - 120	Batang kawat
	Baja lunak	0,12 - 0,20	22 - 30	38 - 48	36 - 24	100 - 130	
Baja karbon sedang	Baja setengah lunak	0,20 - 0,30	24 - 36	44 - 45	32 - 22	112 - 145	Konstruksi umum
	Baja setengah keras	0,30 - 0,40	30 - 40	50 - 60	30 - 17	140 - 170	Alat-alat mesin
Baja karbon tinggi	Baja keras	0,40 - 0,50	34 - 46	58 - 70	26 - 14	160 - 200	Perkakas
	Baja sangat keras	0,50 - 0,80	36 - 47	65 - 100	20 - 11	180 - 235	Rel, pegas, dan kawat piano

(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2000 : 90)

2. Baja Paduan

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978:47), baja paduan adalah baja yang mengandung sebuah unsur lain atau lebih dengan kadar yang berlebih pada kadar biasanya dalam baja karbon. Unsur-unsur yang biasanya terdapat dalam baja karbon adalah C, Mn, Si, P dan S. Untuk memperoleh sifat-sifat yang lebih baik maka kadar Mn atau Si ditambah, atau unsur-unsur lain seperti Cr, Ni, Mo, Co, Ti, W dan sebagainya. Dengan demikian selain memperbaiki sifat-sifat mekanisnya juga memperbaiki sifat tahan korosi, tahan suhu tinggi, tahan aus dan sifat-sifat listrik serta magnetiknya.

Unsur-unsur paduan yang dipakai dalam pembuatan baja paduan terdiri dari satu macam unsur atau lebih dengan kadarnya yang berbeda-beda, tergantung dari keperluan sehingga baja paduan menjadi banyak macam dan jenisnya. Menurut kadar unsur paduan, baja paduan dapat dibagi dalam dua golongan yaitu baja paduan rendah dan baja paduan tinggi atau baja paduan khusus. Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan dibawah 10%, sedangkan baja paduan tinggi dapat mengandung unsur paduan diatas 10%.

Baja paduan rendah dibagi menurut sifatnya yaitu baja tahan suhu rendah, baja kuat dan baja tahan panas (Harsono Wiryosumarto, 2008).

- a. Baja tahan suhu rendah. Baja ini mempunyai kekuatan tumbuk yang tinggi dan suhu transisi yang rendah, karena itu dapat digunakan dalam konstruksi untuk suhu yang lebih rendah dari suhu biasa.

- b. Baja kuat. Baja ini dibagi dalam dua kelompok yaitu kekuatan tinggi dan kelompok ketangguhan tinggi. Kelompok kekuatan tinggi mempunyai sifat mampu las yang baik karena kadar karbonnya rendah. Kelompok ini sering digunakan dalam konstruksi las. Kelompok yang kedua mempunyai ketangguhan dan sifat mekanik yang sangat baik. Kekuatan tarik untuk baja kuat berkisar antara 50 sampai 100 kg/mm².
- c. Baja tahan panas adalah baja paduan yang tahan terhadap panas, asam dan mulur. Baja tahan panas yang terkenal adalah baja paduan jenis Cr-Mo yang tahan pada suhu 600°C.

Pengelasan yang banyak digunakan untuk baja paduan rendah adalah las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Perubahan struktur daerah las selama pengelasan, karena adanya pemanasan dan pendinginan yang cepat menyebabkan daerah HAZ menjadi keras. Kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah HAZ.

3. Baja TRS 400

Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan baja TRS 400 sebagai bahan penelitian. TRS 400 adalah sebuah kode baja yang di buat oleh PT. TIRA AUSTENITE. Baja TRS 400 Merupakan baja paduan yang berkualitas tinggi, mempunyai kualitas mekanik yang baik, dan mempunyai ketahanan yang cukup terhadap goresan, aplikasi yang baik untuk permesinan.

Tabel 2. Spesifikasi Baja TRS 400

TIRA STEEL NAMES	PRINCIPLE GRADE	CHEMICAL ANALYSIS (%)										MECHANICAL PROPERTIES				
		C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	S	P max	others	UTS-Rm		0.2Y.S -Rp0.2%		EI-As %	HARDANESS VALUE HBN
											Mpa	Ksi	Mpa	Ksi		
TRS 400	FORA 400/RAEX 400	0.2	1	-	0.3	1.8	-	0.005	0.02	-	1344	195	1103	160	13	400

(PT. TIRA AUSTENITE Tbk)

Aplikasi penggunaan baja TRS 400 banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan, yaitu komponen mesin yang diberi ketangguhan seperti: poros, pegas, baut, mur, gear, dan komponen mesin lainnya.

B. Pengertian Las

Berdasarkan definisi dari *Deutche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Hal ini sejalan dengan Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:1) bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Logam sekitar lasan/sambungan, akan mengalami siklus termal yang cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Menurut Daryanto (2012:91) hal ini sangat erat hubungannya dengan kekuatan, cacat lasan, dan lai sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas.

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Sejalan dengan itu menurut Daryanto (2012:51)

pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan, atau dapat didefinisikan sebagai akibat dari metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom-atom. Sebelum atom-atom tersebut membentuk ikatan, permukaan yang menjadi satu perlu bebas dari gas yang terserap atau oksida-oksida.

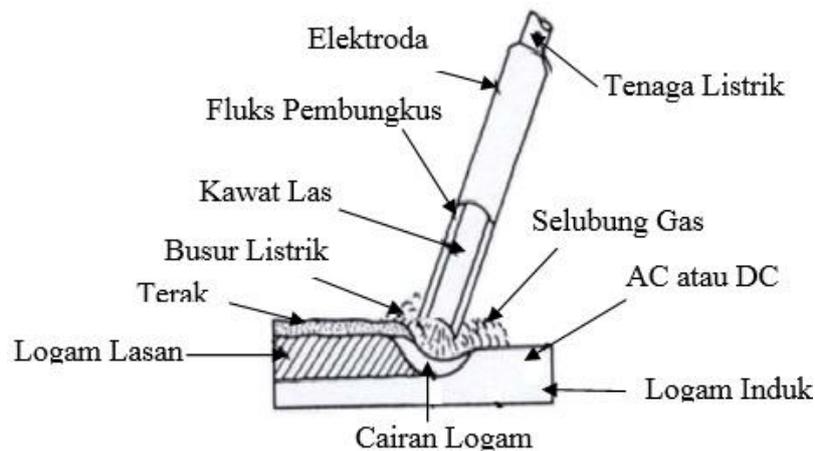
1. Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Menurut HarsonoWiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:9) las listrik yaitu penyambungan dua buah logam atau lebih menjadi satu dengan jalan pelelehan atau pencairan dengan busur nyala listrik. Jadi las listrik atau las busur listrik merupakan proses penyambungan logam dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber panasnya. Panas yang ditimbulkan oleh busur listrik terjadi antara elektroda las dan benda kerja. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur listrik.

Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Selama pengelasan elektroda ini akan mengalami pencairan bersama logam induk dan akan membeku kembali sebagai kampuh pengelasan. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar. dari logam.

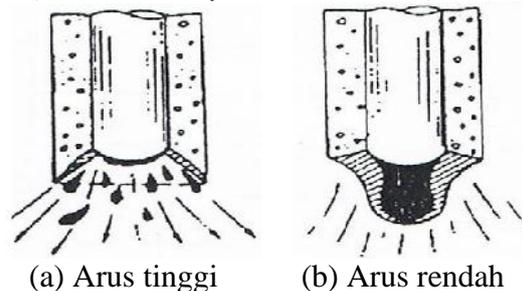
Secara umum dapat dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus.

Proses pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las. Sedangkan pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan juga oleh komposisi dari bahan fluks yang digunakan.



Gambar 2. Las SMAW

(Harsono Wiryosumarto, 2000)



Gambar 3. Pemindahan Logam Cair

(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:9)

Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:9) selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi. Selain itu menurut Daryanto (2012:92) las listrik juga bisa digunakan untuk mengelas berbagai macam logam ferrous dan non ferrous, termasuk baja carbon dan baja paduan rendah, stainless steel, paduan-paduan nikel, cast iron, dan beberapa paduan tembaga.

Kelebihan dari las listrik adalah prosesnya yang sederhana dan serba guna. Karena sederhana dan mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya, membuat proses las listrik ini mempunyai aplikasi yang luas. Las listrik bisa dilakukan pada berbagai posisi atau lokasi yang bisa dijangkau dengan sebatang elektroda. Sambungan-sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih bisa dilas dengan cara membengkokkan elektroda.

Sedangkan kelemahannya terletak pada kekuatan sambungan las yang sangat dipengaruhi oleh kualitas pengelasan. Jika pengelasannya baik maka kekuatan sambungan akan baik, tetapi jika pengelasannya jelek/tidak sempurna maka kekuatan konstruksi juga tidak baik bahkan membahayakan dan dapat berakibat fatal. Salah satu sambungan las cacat lambat laun akan merembet rusaknya sambungan yang lain dan akhirnya bangunan dapat runtuh yang menyebabkan kerugian materi yang tidak sedikit bahkan juga korban jiwa.

Selain itu, laju pengisiannya juga lebih rendah dibandingkan proses pengelasan semi-otomatis atau otomatis. Panjang elektroda tetap dan pengelasan mesti dihentikan setelah sebatang elektroda terbakar habis. Puntung elektroda yang tersisa terbuang, dan waktu juga terbuang untuk mengganti-ganti elektroda. Menurut Daryanto (2012:92) slag atau terak yang terbentuk harus dihilangkan dari lapisan las sebelum lapisan berikutnya didepositkan. Langkah ini mengurangi efisiensi pengelasan hingga sekitar 50%.

Asap dan gas yang terbentuk juga merupakan masalah, sehingga diperlukan ventilasi memadai pada pengelasan di dalam ruang tertutup. Pandangan mata pada kawah las agak terhalang oleh slag pelindung dan asap yang menutupi endapan logam. Untuk mendapatkan pengelasan yang baik menurut Daryanto (2012:92) dibutuhkan juru las yang sangat terampil untuk dapat menghasilkan pengelasan berkualitas radiography apabila mengelas pipa atau plat hanya dari arah satu sisi.

2. Elektroda LAS

Menurut Daryanto (2012:61) elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik menurut klasifikasi AWS (*American Welding Society*) dinyatakan dengan tanda E XXXX yang artinya sebagai berikut:

- E = Menyatakan elektroda busur listrik.
- XX = (angka kedua dan ketiga) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in².
- X = (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan. Angka 1 untuk pengelasan segala posisi. Angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan.
- X = (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

Contoh: E 6013

Artinya: E = Elektroda las.

- 60 = Kekuatan tarik minimum dari deposit las adalah
60.000 lb/in² atau 42 kg/mm².
- 1 = Dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi.
- 3 = Jenis selaput elektroda Rutil-Kalium dan
pengelasan dengan arus AC atau DC.

3. Bahan Fluks

Di dalam las elektroda terbungkus, fluks memegang peranan penting karena fluks dapat bertindak sebagai:

- a. Pemantap busur dan penyebab kelancaran pemindahan butir-butir cairan logam.
- b. Sumber terak atau gas yang dapat melindungi logam cair terhadap udara di sekitarnya.
- c. Pengatur penggunaan.
- d. Sumber unsur-unsur paduan.

Fluks biasanya terdiri dari bahan-bahan tertentu dengan perbandingan yang tertentu pula. Bahan-bahan yang digunakan dapat digolongkan dalam bahan pemantapan busur, pembuat terak, penghasil gas, deoksidator, unsure paduan dan bahan pengikat. Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:10) bahan-bahan tersebut antara lain oksida-oksida logam, karbonat, silikat, fluoride, media organik, baja paduan dan serbuk besi Beberapa fluks yang sering digunakan dan sifat-sifat utamanya dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Macam dan fungsi bahan fluks

Bahan Fluks	Pengaruh							
	Peman- -tap busur	Pemben- -tuk terak	Deoks- i- dator	Oksi- dator	Pembe- tuk Gas	Penamb- ah- an unsur panduan	Penguat Pem- bungkus	Pengi- kat Fluks
Selulosa			O		O		O	
Lempung Silikat	O	O						
Talek	O	O						
Titanium Oksida	O	O						
Ilmenit	O	O						
Feroksida	O	O		O				
Kalsium Karbonat	O	O		O	O		O	
Ferro Mangan		O	O			O		
Mangan Dioksida		O		O		O		
Pasir Silisium		O		O		O		
Kalium Silikat		O						O
Natrium Silikat		O						O

(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:9)

Keterangan :

O : Fungsi utama

O : Fungsi Tambahan

4. Arus Las

Menurut Daryanto (2012:60) besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las karena bila arus terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan yang kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu besar

maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam. sebaliknya bila arus terlalu besar maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan permukaan las yang yang lebih lebar dan poenembusan yang dalam. Oleh sebab itu besar arus untuk pengelasan tergantung pada jenis kawat las yang dipakai, posisi pengelasan serta tebal bahan dasar

Tabel 4. Hubungan tebal plat dan diameter elektroda dengan arus las

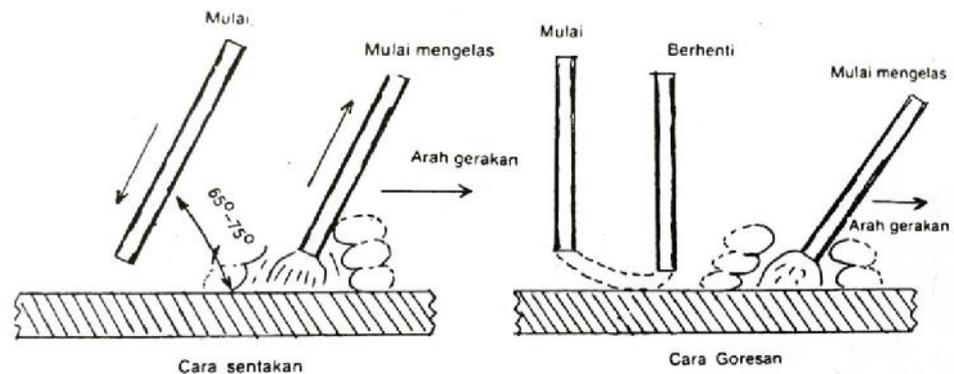
No	Tebal Bahan (mm)	Diameter Elektroda (mm)	Kuat Arus (ampere)
1	Sampai – 1	1,5	20 – 30
2	1 – 1,5	2	35 – 60
3	1,5 – 2,5	2,5	60 – 100
4	2,5 – 4,0	3,2	90 – 120
5	4 – 6,0	4	120 – 180
6	6 – 10	5	150 – 220
7	10 – 16	6	200 – 300
8	Diatas 16	8	280 – 400

(Workshop Fabrikasi Teknik Mesin Univesitas Negeri Padang)

5. Proses Pengelasan

a. Menyalakan busur nyala

Menyalakan busur nyala adalah langkah pertama yang dilakukan sewaktu memulai mengelas, dimana elektroda dinyalakan dengan menyentuhkannya pada benda pekerjaan sehingga membangkitkan busur nyala.

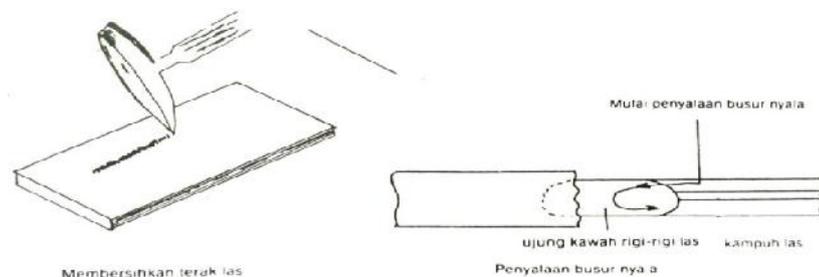


Gambar 4. Cara Penyalaan Elektroda
(Syamsul Arifin 1977:65)

b. Menyambung rigi-rigi las

Sewaktu mengelas logam sering terjadi elektroda las habis sebelum pengelasan rigi-rigi las selesai atau sebelum sampai pada batas pengelasan, sehingga perlu elektroda las diganti dengan yang baru untuk menyambung pengelasan rigi-rigi las. Sebelum menyambung terlebih dahulu terak las dibersihkan apabila daerah yang dilas telah membeku dan apabila masih dalam keadaan pijar penyambungan dapat dilakukan tanpa membersihkan terak las.

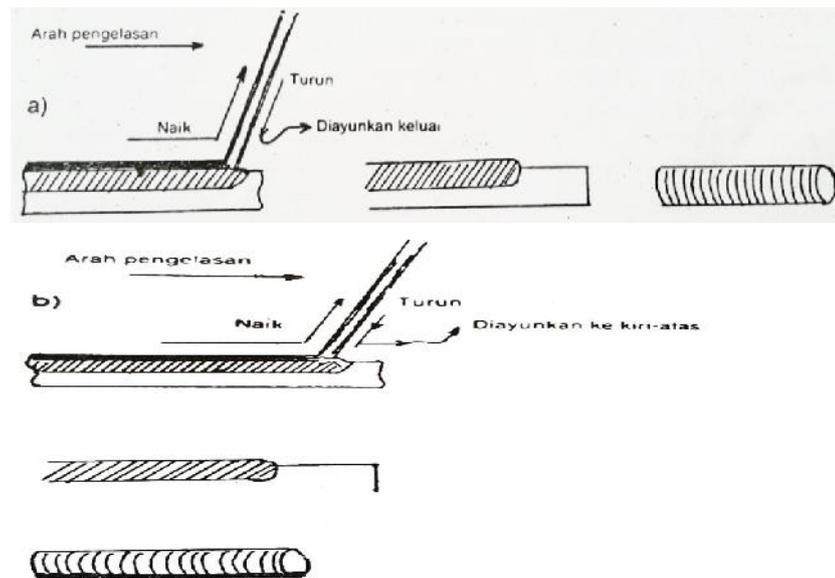
Penyambungan rigi-rigi las dilakukan dengan memulai penyalaan busur nyala sekitar 10 mm dari rigi-rigi las dan setelah busur nyala terjadi maka elektroda las digerakkan mendekati rigi-rigi las yang akan disambung dan seterusnya pengelasan dilakukan sampai pengisian kampuh las selesai.



Gambar 5. Menyambung Rigi-rigi Las
(Syamsul Arifin 1977:67)

c. Mematikan busur nyala

Mematikan busur nyala dilakukan pada akhir pengelasan atau pada ujung dari rigi-rigi las, dimana melepaskan atau mematikan busur nyala di atas benda kerja dilakukan dengan cara tertentu, sehingga pada akhir pengelasan rigi-rigi las tidak terlalu rendah atau tinggi dan tidak menimbulkan keropos didalam logam las.

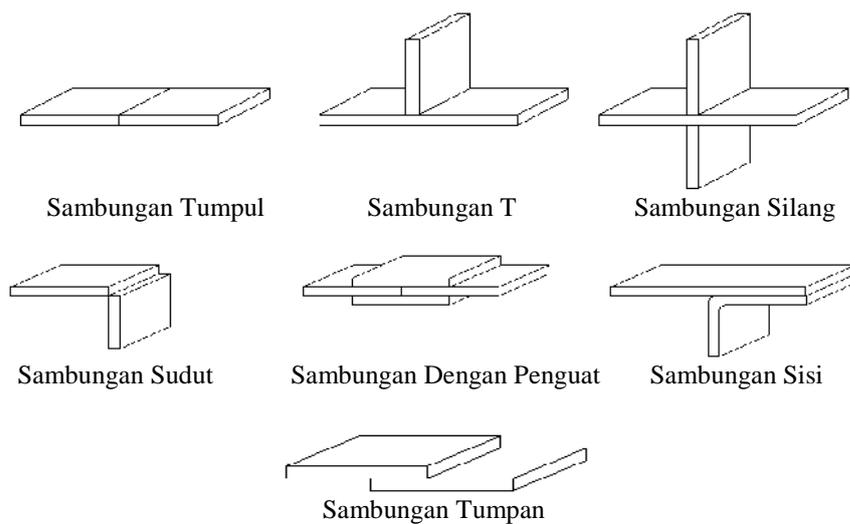


Gambar 6. Mematikan Busur Nyala
(Syamsul Arifin 1977:68)

6. Sambungan Las

Sambungan las adalah pertemuan dua tepi atau permukaan benda kerja yang disambung dengan proses menggunakan energi panas. Sambungan las merupakan salah satu faktor penting dalam proses pengelasan karena akan menentukan kekuatan dan kualitas sambungan yang akan dilas. Jenis sambungan tergantung pada faktor-faktor seperti ukuran dan profil batang yang bertemu di sambungan, jenis pembebanan, besarnya luas sambungan yang tersedia untuk pengelasan, dan biaya relatif dari berbagai jenis las.

Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:157) mengatakan bahwa sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut, dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut di atas terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat, dan sambungan sisi. Berikut jenis-jenis sambungan dasar las yang dikemukakan oleh Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, (2008:157) yang dapat dilihat pada gambar 7.

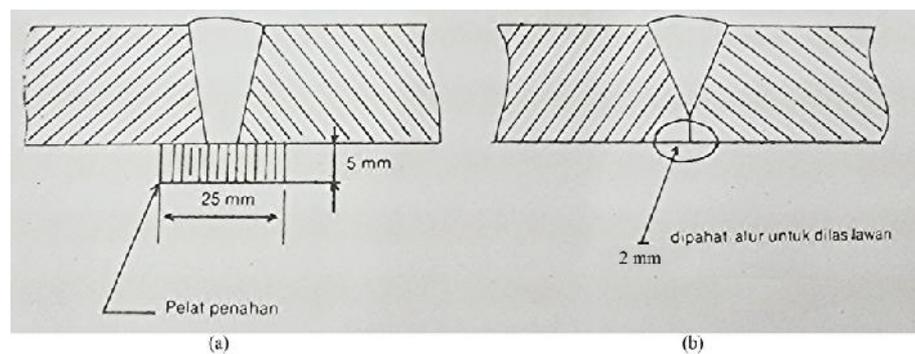


Gambar 7. Jenis-jenis Sambungan Dasar
(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:157)

7. Kampuh V

Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam/plat yang tebalnya antara 6 - 15 mm dengan sudut kampuh dibuat antara 60° - 80° dan jarak lobang (logam yang satu dengan logam yang lain) sekitar 2 mm serta tinggi lobang antara 1 - 2 mm. Sewaktu mengelas

kampuh V terbuka hendaknya diberi plat penahan cairan sepanjang kampuh yang gunanya untuk mencegah cairan bertumpah di sebelah bawah kampuh dan plat penahan tersebut dapat dibuka apabila diperlukan.



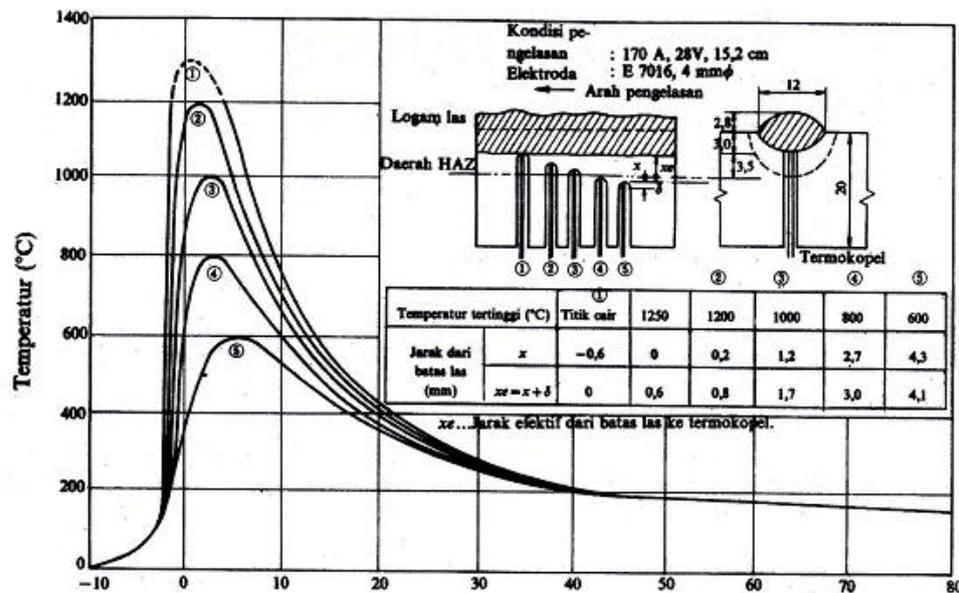
Gambar 8. Kampuh V
(Syamsul Arifin 1977: 12)

8. Metalurgi Las

Aspek metalurgi adalah meliputi siklus termal dan pengaruhnya terhadap perubahan struktur mikro serta faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mampu las dari logam yang disambung. Siklus termal sendiri merupakan proses pemanasan dan pendinginan di daerah lasan (Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008: 58).

Daerah lasan terdiri dari 3 bagian yaitu logam las, daerah pengaruh panas (*Heat Affectead Zone*) dan logam induk yang tak terpengaruhi. Logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Daerah pengaruh panas atau daerah HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat. Logam induk tak terpengaruhi adalah bagian logam

dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat.



Gambar 9. Siklus Termal Daerah Lasan
(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008 : 59).

Pada gambar 15 ditunjukkan siklus termal daerah lasan dari las busur listrik dengan menggunakan elektroda terbungkus menunjukkan siklus termal dari beberapa tempat yaitu logam las, daerah HAZ dan logam dasar dengan kondisi pengelasan tetap. Lamanya pendinginan dalam suatu daerah yang mempunyai temperatur tertentu sangat mempengaruhi kualitas sambungan.

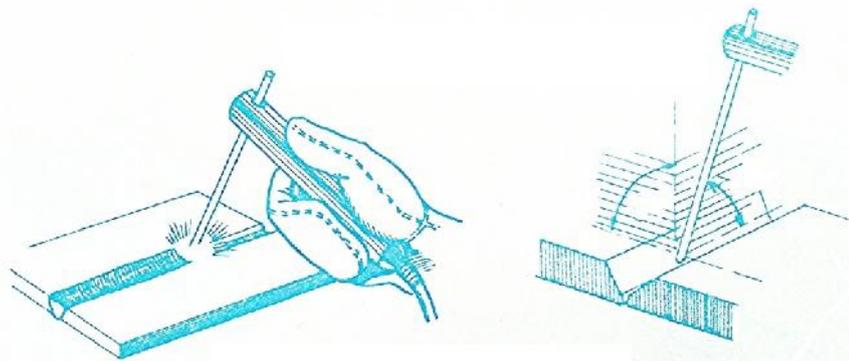
9. Posisi Pengelasan

Menurut Syamsul Arifin (1977:61) mengemukakan bahwa “posisi mengelas atau sikap mengelas adalah pengaturan posisi dan gerakan/arahan daripada elektroda las sewaktu mengelas benda kerja. Posisi mengelas ini

tergantung pada letak benda dan fluks elektroda benda kerja yang akan dilas". Adapun sikap/posisi sewaktu mengelas yaitu :

a. Posisi dibawah tangan

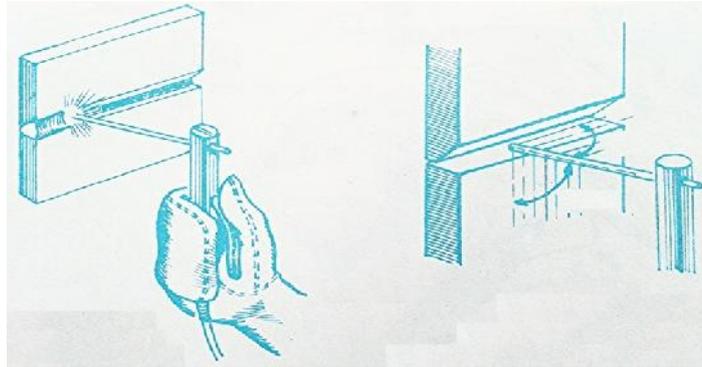
Posisi dibawah tangan adalah suatu cara mengelas yang dilakukan dibawah tangan, dimana pengelasan dilakukan pada permukaan yang rata atau agak miring dengan elektroda las di sebelah atas benda kerja yang dilas. Mengelas dengan cara ini dilakukan dengan mengatur kemiringan elektroda las sekitar 10° - 20° terhadap garis vertikal 70° - 80° terhadap benda kerja yang dilas. Mengelas dengan posisi bawah tangan ini sangat mudah melakukannya, sehingga sangat baik apabila dalam mengelas benda kerja diusahakan dengan cara posisi dibawah tangan.



Gambar 10. Posisi Datar
(Sriwidharto 1987:31)

b. Posisi Horizontal (mendatar)

Mengelas dengan posisi horizontal disebut juga mengelas merata tegak, dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah gerakan elektroda mengikuti arah horizontal. Sewaktu mengelas kedudukan elektroda dibuat miring sekitar 5° - 10° ke arah garis vertikal dan 80° - 85° ke arah benda kerja. Mengelas dengan cara ini harus diatur panjang busur nyala lebih pendek daripada panjang busur nyala mengelas dengan posisi dibawah tangan.

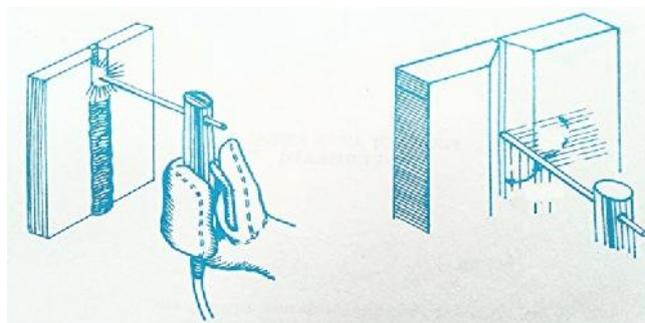


Gambar 11. Posisi Horizontal
(Sriwidharto 1987:31)

c. Posisi Vertikal (tegak)

Mengelas dengan posisi tegak adalah apabila dilakukan mengelas dalam jurusan tegak dengan arah pengelasan keatas atau kebawah dan arah pengelasan ini tergantung daripada jenis elektroda yang dipergunakan, dimana elektroda yang menghasilkan busur nyala yang kurang baik (lemah) dilakukan arah pengelasan keatas dan elektroda yang berbusur nyala baik (keras) dilakukan arah pengelasan kebawah.

Mengelas dengan cara ini termasuk cara pengelasan yang paling sulit dilakukan karena bahan cair sering mengalir kebawah dan melekat/menumpuk dibagian bawah benda kerja. Oleh karena itu bahan cair yang mengalir/menumpuk diarah bawah dapat diperkecil dengan memiringkan elektroda sekitar 10° - 15° dari garis vertikal dan 70° - 80° ke arah benda kerja.

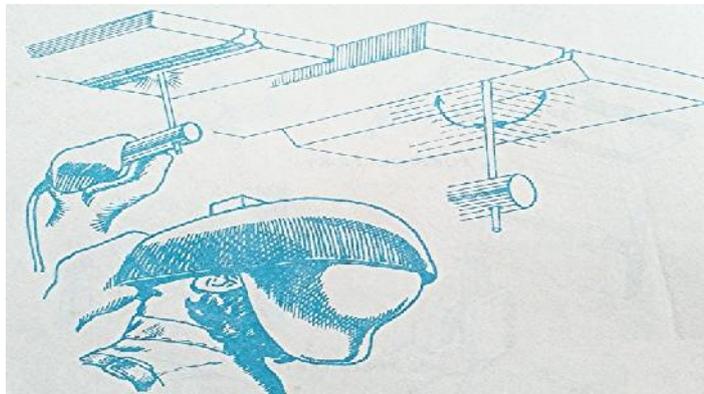


Gambar 12. Posisi Vertikal
(Sriwidharto 1987:31)

d. Posisi diatas kepala

Mengelas dengan posisi diatas kepala (over head) adalah suatau cara mengelas yang sangat sukar dan berbahaya karena sewaktu mengelas bahan cair banyak yang berjatuhan ke bawah yang dapat mengenai juru las. Oleh karena itu sewaktu mengelas dengan cara ini hendaknya juru las harus memakai perlengkapan pengaman/pelindung yang serba lengkap dan tertutup serta tidak ada yang koyak, berlubang dan terbuka pada bagian badan juru las.

Mengelas dengan posisi ini benda kerja terletak di atas juru las dan kedudukan elektroda dibuat sekitar 5° - 20° terhadap garis vertikal dan 75° - 85° terhadap benda kerja/susut jalannya elektroda. Sewaktu mengelas bahan cair agak merembet ke arah bawah yang dapat merupakan deretan tetesan yang menggantung disebabkan gaya berat dari bahan cair.



Gambar 13. Posisi di Atas Kepala
(Sriwidharto 1987:32).

C. Sifat mekanik

Kekuatan pada baja terutama pada batas luluhnya sangat tergantung pada ukuran butir campuran bajanya. Disamping hubungan dengan kekuatan, ternyata bahwa besar butir juga mempengaruhi energy patah (uji Charpy) dan perambatan retak. Penelitian-penelitian menunjukkan bahwa makin halus butir-butir kristal makin rendah suhu transisi ulet-getasnya.

Karena itu tindakan memperhalus butir adalah tindakan yang sangat tepat dalam usaha memperbaiki kekuatan dan ketangguhan baja.

Hal ini diperkuat oleh Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:45) yang mengemukakan bahwa dalam melaksanakan penghalusan butir dengan perlakuan panas, perlu diingat bahwa bila suhu tempernya rendah, dislokasi-dislokasi yang terjadi selama proses transformasi hanya sedikit yang hilang, sehingga ketangguhan baja menurun.

D. Pengujian Kekerasan

Salah satu pengujian kekerasan yaitu pengujian kekerasan dengan metode brinell. Menurut Bondan, T. Sofyan (2010: 34) pengujian kekerasan adalah :

Pengujian kekerasan dengan metode brinell merupakan ukuran ketahanan material terhadap deformasi plastis terokalisasi. Digunakan indenter baja yang dikeraskan berdiameter 5 atau 10 mm, pada permukaan spesimen yang rata dengan mengontrol besar beban dan laju pembebanan. Indentasi (besar jejak) kemudian di ukur dengan mikroskop ukur.

Kekerasan Brinell dihitung sebagai :

$$BHN = \frac{\text{gaya tekan}}{\text{luas tapak tekan}}$$

atau

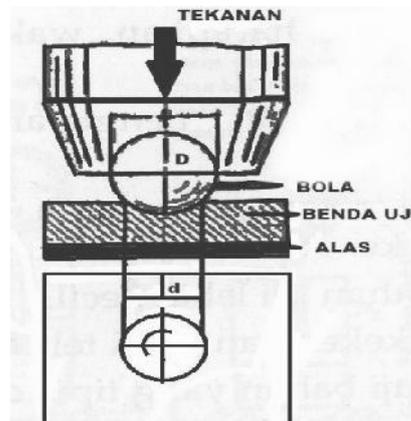
$$BHN = \frac{2P}{\pi \cdot D/2(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana :

- BHN : Kekerasan brinell (kg/mm²)
- P : Gaya tekan (kg)
- D : Diameter bola indenter (mm)

d : Diameter tapak tekan (mm)

Biasanya, pada pengujian kekerasan Brinell yang standar digunakan bola baja yang dikeraskan berdiameter 2,5 mm dengan gaya tekan 187,5 kg atau 1840 N (untuk pengujian kekerasan baja) dengan lama penekanan 10 – 15 detik. Pengujian kekerasan brinell seperti gambar berikut :



Gambar 14. Pengujian Kekerasan Brinell

(<http://www.google.co.id/imgres?q=pengujian+kekerasan+brinell&um/thre/2009/02/pengujian-sistim-brinell.html>)

Untuk pengujian logam yang sangat keras (diatas 500 BHN) bahan indentor dari baja yang dikeraskan tidak cukup baik, karena indentor itu sendiri mungkin mulai terdeformasi, maka digunakan bola dari karbida tungsten, yang mampu mengukur sampai kekerasan sekitar 650 BHN.

Adapun keuntungan dan kerugian uji kekerasan Brinell adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan-keuntungan pengujian kekerasan Brinell, antara lain :
 - a. Beban yang dipakai dan bekas yang timbulkan akibat penekanan penetrator kecil.
 - b. Pembacaan tingkat kekerasan lebih cepat.
 - c. Dapat di gunakan untuk pengujian benda yang keras.

2. Kerugian-kerugian pengujian kekerasan Brinell, antara lain :
 - a. Batas ukuran kecil, sehingga perlu diketahui dahulu berapa kira-kira kekerasan yang akan diuji, untuk memilih dengan tepat jenis penetrator dan beban yang akan di pergunakan.
 - b. Penunjukan harga kekerasan bahan kurang tepat, karena adanya sedikit debu antar benda uji dengan penetrator.
 - c. Penetrator terbuat dari bola baja yang berukuran besar dengan beban besar, sehingga bahan lunak atau keras sekali yang berukuran kecil tidak dapat di ukur kekerasanya.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian mengenai kekerasan baja TRS 400 setelah mengalami proses pengelasan menggunakan elektroda E-6013 dan E-7016 maka penulis menyimpulkan bahwa:

1. Besarnya nilai rata-rata kekerasan baja TRS 400 tanpa perlakuan 341 BHN.
2. Nilai kekerasan setelah pengelasan menggunakan elektroda E-6013, pada spesimen 1 sebesar 432 BHN, nilai kekerasan pada spesimen 2 sebesar 432 BHN, nilai kekerasan pada spesimen 3 sebesar 432 BHN.
3. Nilai kekerasan setelah pengelasan menggunakan elektroda E-7016, pada spesimen 1 sebesar 512 BHN, nilai kekerasan pada spesimen 2 sebesar 512 BHN, dan nilai kekerasan pada spesimen 3 sebesar 512 BHN.
4. dapat diketahui bahwa pengelasan baja TRS 400 dengan menggunakan elektroda E-7016 akan mempunyai kekerasan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan elektroda E-6013. Penggunaan elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan akan berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada suatu material.

B. SARAN

Saran yang dapat penulis berikan yang berkaitan dengan penelitian tentang pengelasan ini adalah sebagai berikut

1. Sebelum melakukan penelitian tentang kekerasan suatu material, sesuaikan karakteristik bahan dengan jenis elektroda dan arus yang akan di berikan.
2. Dimensi spesimen uji harus benar-benar sesuai dengan standar pengujian dan sesuai kemampuan alat uji.
3. Dituntut ketelitian dalam proses persiapan spesimen, mulai dari pembntukan ukuran,perataan permukaan spesimen dan penggunaan alat ukur kekerasan dalam pembacaan hasil pengujian sangat di utamakan, karena hal ini sangat berpengaruh terhadap data hasil pengujian.