

**PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK DAN DIAMETER ELEKTRODA
TERHADAP KUALITAS PENETRASI LAS**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat dalam Menyelesaikan Program Strata Satu
di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



OLEH :

**RYAN OCTAVIANUS
97728 / 2009**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

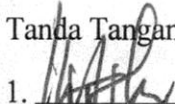
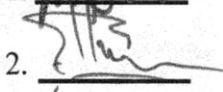
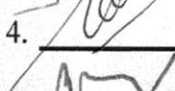
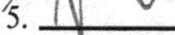
*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*

**Judul : Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Diameter
Elektroda Terhadap Kualitas Penetrasi Las**

Nama : Ryan Octavianus
Nim/Bp : 97728/2009
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 29 Agustus 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Waskito, MT	1. 
2. Sekretaris	: Drs. Nelvi Erizon, M. Pd	2. 
3. Anggota	: Drs. Tjetjep Samsuri, M. Pd	3. 
4. Anggota	: Drs. Purwantono, M. Pd	4. 
5. Anggota	: Zonny Amanda Putra, ST, MT	5. 

ABSTRAK

Ryan Octavianus. 2013 : Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Diameter Elektroda Terhadap Kualitas Penetrasi Las

Penelitian ini berawal dari masih banyaknya yang kurang memperhatikan diameter elektroda atau pun kuat arus dalam melakukan pengelasan. Untuk melihat kemungkinan mana yang terbaik maka dilakukan penelitian yang berbentuk eksperimen. Kuat arus dan elektroda sangat berpengaruh terhadap hasil pengelasan yang diperoleh, maka dilakukan penelitian terhadap kualitas penetrasi.

Penelitian diperoleh melalui percobaan langsung terhadap benda uji (spesimen). Objek penelitian berupa Spesimen uji yang berjumlah 30 buah hasil pengelasan dan dikelompokkan sesuai variasi elektroda dan variasi kuat arus menjadi 6 kelompok. Dengan ketebalan plat 6 mm dan gep 2 mm, menggunakan kampuh I.

Hasil penelitian diperoleh semakin besar arus yang digunakan maka semakin dalam penetrasi yang akan di hasilkan. Kualitas penetrasi yang paling baik pada ketebalan plat 6 mm dan gep 2 mm, menggunakan kampuh I adalah diameter elektroda 3,2 mm dan kuat arus listrik 100 Ampere pada plat ST 37 dengan posisi pengelasan dibawah tangan.

ABSTRACT

Ryan Octavianus. 2013 : The Effect of Electric Current and Diametry of Electroda Toward The Quality of Welding Penetration

This research begins from many people who have less attention to the electroda of diametry even the electric current in welding process. To see the best possibility, in this case the researcher did the research in form experimental research. electric current and electroda is very effected toward the result of welding, so that the researcher do a research toward the quality of penetration.

The result of this research would get by direct treatment toward the specimen. The object of this research is the trying spesimen which has thirty of result welding and grouped as well a the variation of the electric current become six group. The thickness of the plat are 6 mm and gap 2 mm, using grove I.

The result of the research is when the kuat arus is bigger so the penetration will be more deeply. The best quality of penetration of the thickness plat 6 mm and gep 2 mm, using grove I are the electroda 3,2 mm and the electric current 100 Ampre of plat 37 and the position of welding is under hand.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah *Subhanaanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul : Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Diameter Elektroda Terhadap Kualitas Penetrasi Las ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu dilimpahkan Allah *Subhanaanahu Wa Ta'ala* kepada junjungan kita nabi Muhammad *Salallahu 'alaihi wassallam* yang dengan seluruh jiwa dan raganya membawa umat manusia dari kehidupan jahiliyah menuju alam yang penuh dalam cahaya ilmu pengetahuan, aqidah yang baik dan berakhlak mulia.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan penelitian ini juga tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan skripsi ini dapat selesai. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dengan tulus dan ikhlas kepada :

1. Bapak Dr. Waskito, MT selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran – saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M. Pd selaku ketua jurusan Teknik Mesin serta merangkap sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran – saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Drs. Tjetjep Samsuri, M.Pd selaku dosen penguji yang telah memberi masukan, bimbingan, kritik dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini .
4. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd selaku dosen penguji yang telah memberi masukan, bimbingan, kritik dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Drs. Zonny Amanda Putra, M.Pd selaku dosen penguji yang telah memberi masukan, bimbingan, kritik dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Drs. Syahrul, M. Si yang telah membantu dalam melakukan penelitian di labor pengujian bahan.
7. Bapak Arwizet K, ST. MT selaku sekretaris jurusan Teknik Mesin.
8. Bapak-bapak dosen dan semua staf pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Orang tua beserta keluarga yang telah memberikan dorongan moril dan materil, serta do'a dan kasih sayangnya.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut memberikan petunjuk, saran, masukan, dukungan moral dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan dan bimbingan yang diberikan diberkati Allah SWT, dan menjadi amal disisinya. Dalam penyusunan penulisan skripsi ini takkan luput dari kekhilafan, oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik

dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi semua pembaca dan komponen yang terkait terutama jurusan teknik mesin untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Padang, 29 Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Pembatasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Pengertian Pengelasan	5
B. Las Listrik.....	6
C. Trafo Las	7
D. Alat – alat Bantu Las	9
E. Arus Las	12
F. Elektroda Berselaput.....	12
G. Kampuh I	17
H. Kecepatan Pengelasan	18
I. Etsa	18
J. Penetrasi Las	21
K. Hubungan antara kuat arus listrik, ketebalan plat, dan ukuran elektroda	22

L. Kerangka Penelitian	23
M. Pertanyaan Penelitian	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian	25
B. Waktu dan Tempat	25
C. Objek Penelitian	25
D. Jenis dan Sumber Data	26
E. Alat dan Bahan	26
F. Metode Pelaksanaan.....	27
G. Prosedur Penelitian.....	37
H. Instrumen Pengumpulan Data	38
I. Teknik Analisis Data	39

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	41
B. Pembahasan	48

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	51
B.Saran	52

DAFTAR PUSAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pemindahan Cairan Logam	6
Gambar 2. Trafo Las Listrik.....	8
Gambar 3. Kabel Las	9
Gambar 4. Pemegang Elektroda.....	10
Gambar 5. Palu Las	10
Gambar 6. Sikat Kawat	11
Gambar 7. Klem Masa	11
Gambar 8. Tang Penjepit	11
Gambar 9. Listrik Dengan Elektroda Berselaput	13
Gambar 10. Penetrasi Las	22
Gambar 11. Paradigma Penelitian.....	23
Gambar 12. Pemotongan Benda	28
Gambar 13. Hasil Pengelasan Plat 6 mmDengam Diameter Elektroda 2,6 dan kuat arus 80 A	29
Gambar 14. Hasil Pengelasan Plat 6 mmDengam Diameter Elektroda 2,6 dan kuat arus 100 A.....	30
Gambar 15. Hasil Pengelasan Plat 6 mmDengam Diameter Elektroda 2,6 dan kuat arus 120 A.....	31
Gambar 16. Hasil Pengelasan Plat 6 mmDengam Diameter Elektroda 3,2 dan kuat arus 80 A	32

Gambar 17. Hasil Pengelasan Plat 6 mm Dengan Diameter Elektroda 3,2 dan kuat arus 100 A.....	33
Gambar 18. Hasil Pengelasan Plat 6 mm Dengan Diameter Elektroda 2,6 dan kuat arus 80 A.....	34
Gambar 19. Pemotongan Spesimen Setelah Pengelasan	35
Gambar 20. Zat Kimia Yang Digunakan Saat Mengetsa	36
Gambar 21. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 22. Grafik Hasil Pengukuran Penetrasi	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Arti Digit Keempat Dari Elektroda.....	16
Tabel 2. Kuat Arus, Tebal , Dan Ukuran Elektroda	22
Tabel 3. Pengujian Ketebalan Plat 6 mm Dengan Kampuh I	26
Tabel 4. Kriteria Pemberian Skor Spesimen	38
Tabel 5. Hasil Pengukuran Spesimen Diameter Elektroda 2,6 Kuat Arus 80 Ampere	41
Tabel 6. Hasil Pengukuran Spesimen Diameter Elektroda 2,6 Kuat Arus 100 Ampere	42
Tabel 7. Hasil Pengukuran Spesimen Diameter Elektroda 2,6 Kuat Arus 120 Ampere	42
Tabel 8. Hasil Pengukuran Spesimen Diameter Elektroda 3,2 Kuat Arus 80 Ampere	43
Tabel 9. Hasil Pengukuran Spesimen Diameter Elektroda 3,2 Kuat Arus 100 Ampere	44
Tabel 10. Hasil Pengukuran Spesimen Diameter Elektroda 3,2 Kuat Arus 120 Ampere	44
Tabel 11. Hasil Pengukuran Rata – Rata Pada Masing – Spesimen Uji	47

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengelasan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan dan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Peran las dalam produksi pun semakin hari semakin meningkat. Sebagai contoh dalam proses produksi sarana transportasi, hampir semua orang mau tidak mau harus memakai sarana transportasi, las berperan sebagai proses penyambungan logam yang paling handal. Untuk membangun sebuah konstruksi dari sebuah mesin diperlukan komponen – komponen yang kemudian disambung, diantaranya sambungan las. Pengelasan sangat dibutuhkan oleh dunia industri contohnya saat melakukan survey di lapangan pada bangunan, salah satunya jembatan yang memakai sambungan las, dan masih banyak lagi, seperti penyambungan pipa saluran, rangka baja, perkapalan, dan sebagainya.

Pengelasan *welding* menurut Hery Sonawan dan Rochim Suratman, (2006 :1) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu.

Pengelasan dapat dilakukan dalam pabrik atau dilapangan. Dalam pengerjaan las banyak pekerja-pekerja di bengkel pinggir jalan sering tidak memperhatikan kuat arus listrik atau pun diameter elektroda yang di gunakan sehingga kualitas dari pengelasan kurang baik dan tidak adanya penetrasi. Hal ini membuat peneliti untuk melakukan penelitian penggunaan kuat arus listrik

dan diameter elektroda yang bervariasi yang berpengaruh terhadap kualitas penetrasi las.

Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan. Harapan yang diinginkan pada pengelasan adalah kekuatan sambungan las harus sama dengan kekuatan bahan itu sendiri, salah satunya terjadi penetrasi yang sempurna.

Maka dari itu untuk agar hasil pengelasan yang baik dan berkualitas, ada kaitannya dengan arus listrik las, tebal plat, ukuran elektroda, dan kampuh. Besar arus listrik untuk pengelasan tergantung pada ukuran elektroda, ketebalan plat, dan kampuh. Karena itu peneliti akan melakukan penelitian terhadap hasil pengelasan pada variasi arus las listrik, dan diameter elektroda, dengan ketebalan plat 6mm, dan kampuh I.

B. Identifikasi Masalah

Penetrasi las akan mempengaruhi kekuatan sambungan. Penetrasi las umumnya disebabkan oleh :

1. Kuat arus listrik yang digunakan dalam pengelasan berpengaruh terhadap kualitas penetrasi.
2. Diameter elektroda yang digunakan dalam pengelasan berpengaruh terhadap kualitas penetrasi.

3. Kampuh yang digunakan dalam pengelasan berpengaruh terhadap kualitas penetrasi.
4. Tebal plat yang digunakan dalam pengelasan berpengaruh terhadap kualitas penetrasi.
5. Kecepatan pengelasan berpengaruh terhadap kualitas penetrasi.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan Identifikasi masalah di atas, agar pembahasan peneliti ini lebih terfokus maka penulis membatasi masalah yang akan diteliti adalah kuat arus 80, 100, 120 Ampere, diameter elektroda 2,6 mm dan 3,2 mm, dengan ketebalan plat 6 mm, kampuh I, dan gap 2 mm pada baja karbon rendah ST 37 dengan posisi pengelasan bawah tangan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah, maka penelitian dirumuskan:

1. Apakah terdapat perbedaan penetrasi las akibat perbedaan kuat arus listrik ?
2. Apakah terdapat perbedaan penetrasi las akibat perbedaan diameter elektroda ?
3. Apakah ada terdapat perbedaan penetrasi las akibat perbedaan kuat arus listrik dan diameter elektroda ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan di atas, adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh dari kuat arus listrik terhadap penetrasi las.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari diameter elektroda terhadap penetrasi las.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Secara akademis dapat memperdalam pengetahuan mahasiswa dan memberikan masukan bagi ilmu pengetahuan, khususnya bidang ilmu fabrikasi.
2. Sebagai informasi bagi mahasiswa atau pelajar untuk meningkatkan kualitas dalam pengelasan.
3. Memberikan informasi pengembangan penelitian dilingkungan akademik khususnya di Jurusan Teknik Mesin FT-UNP

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Pengelasan

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Pengelasan (*Welding*) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagai logam induk dan logam pengisi atau tanpa tekanan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda. Pada waktu di panaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang di kehendaki.

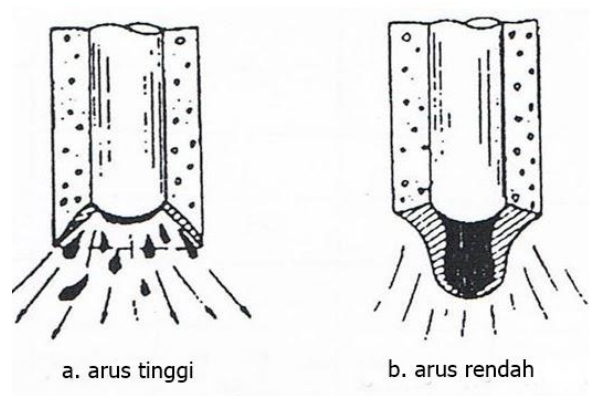
Menurut *Welding Handbook* (dalam Daryanto, 2012 : 3), proses pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi.

Proses pengelasan yang paling umum, terutama untuk mengelas baja struktural, memakai energi listrik sebagai sumber panas, yang paling banyak digunakan adalah busur listrik (nyala). Busur nyala adalah pancaran arus listrik yang relative besar antara elektroda dan bahan dasar yang dialirkan melalui kolom gas ion hasil pemanasan.

B. Las Listrik

Pada las listrik, panas yang diperoleh untuk proses pelelehan diperoleh dari perbedaan tegangan antara ujung tangkai las dengan benda yang akan di las. Kalau elektroda las cukup dekat dengan benda yang akan dikerjakan itu, akan terjadi loncatan bunga api permanen yang berasal dari arus listrik. Selama melakukan las listrik, tetesan elektroda lempengan logam berdiameter tertentu, berjatuhan menjadi kumpulan cairan logam.

Benda kerja merupakan bagian dari rangkaian aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik. Bahan tambah beserta kedua bagian logam yang dilelehkan berpadu membentuk ikatan metalurgi sehingga setelah dingin membeku dan dihasilkan ikatan sambungan yang kuat. Pola pemindahan cairan dipengaruhi besar kecilnya arus las listrik dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan.

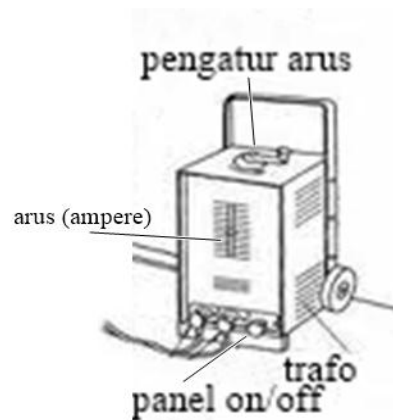


Gambar 1. Pemindahan logam cair
(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008 : 9)

C. Trafo las

Arus listrik yang digunakan pada pengelasan adalah las listrik AC, karena langsung menggunakan arus listrik AC dari PLN yang memiliki tegangan yang cukup tinggi dibandingkan kebutuhan pengelasan yang hanya membutuhkan tegangan berkisar 55 Volt sampai dengan 85 Volt maka mesin las ini menggunakan transformator (Trafo) step-down, yaitu trafo yang berfungsi menurunkan tegangan.

Mesin las listrik diklasifikasikan mesin las AC dan mesin las DC, mesin las AC biasanya berupa trafo las, sedangkan mesin las DC selain trafo yang dilengkapi dengan rectifier atau diode (Perubah arus bolak balik menjadi arus searah) biasanya menggunakan motor penggerak baik mesin disel atau motor bensin dan motor listrik. Mesin las AC yang menggunakan transformator atau trafo las. Transformator yang digunakan pada peralatan las mempunyai daya yang cukup besar. Untuk mencairkan sebagian logam induk dan elektroda dibutuhkan energi yang besar, karena tegangan pada bagian terminal kumparan sekunder hanya kecil, maka untuk menghasilkan daya yang besar perlu arus besar. Arus yang digunakan untuk peralatan las sekitar 10 ampere sampai 500 ampere. Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan las. Untuk keperluan daya besar diperlukan arus yang lebih besar pula, dan sebaliknya.



Gambar 2. Travo las listrik AC

Keuntungan-keuntungan pada mesin A.C, antara lain:

1. Busur nyala kecil, sehingga memperkecil kemungkinan timbunya keropos pada rigi-rigi las.
2. Perlengkapan dan perawatan lebih murah.

Prinsip kerja trafo las pada elektroda berselaput

Busur nyala las ditimbulkan oleh arus listrik yang diperoleh dari mesin las. Busur nyala terjadi apabila dibuat jarak tertentu antara elektroda dengan benda kerja dan kabel masa dijepitkan kebenda kerja.

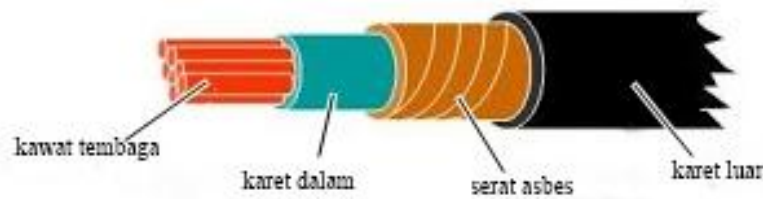
Pada mesin las A.C, kabel masa dan kabel elektroda dapat dipertukarkan tanpa mempengaruhi perubahan panas yang timbul pada busur nyala.

D. Alat - alat bantu las

1) Kabel Las

Kabel las biasanya dibuat dari tembaga yang dipilin dan dibungkus dengan karet isolasi. Yang disebut kabel las ada tiga macam, yaitu :

- a. Kabel elektroda , yaitu kabel yang menghubungkan pesawat las dengan elektroda.
- b. Kabel masa, yaitu yang menghubungkan pesawat las dengan benda kerja.
- c. Kabel tenaga, yaitu kabel yang menghubungkan sumber tenaga atau jaringan listrik dengan pesawat las.



Gambar 3. Kabel las

2) Pemegang Elektroda

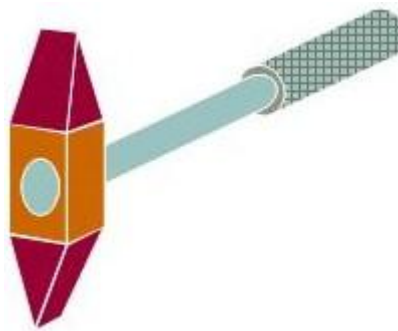
Ujung yang tidak berselaput dari elektroda dijepit dengan pemegang elektroda. Pemegang elektroda ini terdiri dari mulut penjepit dan pegangan yang dibungkus oleh bahan penyekat.



Gambar 4. Pemegang elektroda

3) Palu Las

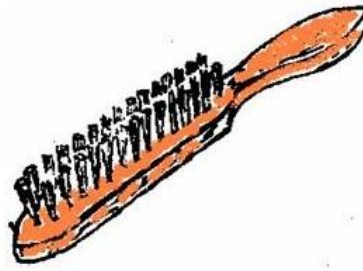
Palu ini digunakan untuk melepaskan dan mengeluarkan terak las pada jalur las dengan jalan memukulkan atau menggoreskan pada daerah las. Gunakanlah kaca mata terang pada waktu pembersihan terak, sebab dapat memercikan pada mata atau kebagian badan lainnya.



Gambar 5. Palu las

4) Sikat Kawat

Sikat kawat digunakan untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas. Dan membersihkan terak las yang sudah dilepas dari jalur las oleh pukulan palu las.



Gambar 6. Sikat kawat

5) Klem massa

Klem massa adalah suatu alat untuk menghubungkan kabel massa ke benda kerja. Biasanya klem massa dibuat dari bahan dengan penghantar listrik yang baik seperti tembaga agar arus listrik dapat mengalir dengan baik, klem massa ini dilengkapi dengan pegas yang kuat yang dapat menjepit benda kerja.



Gambar 7. Klem massa

6) Tang penjepit

Penjepit digunakan untuk memegang atau memindahkan benda kerja yang masih panas sehabis pengelasan.



Gambar 8. Tang penjepit

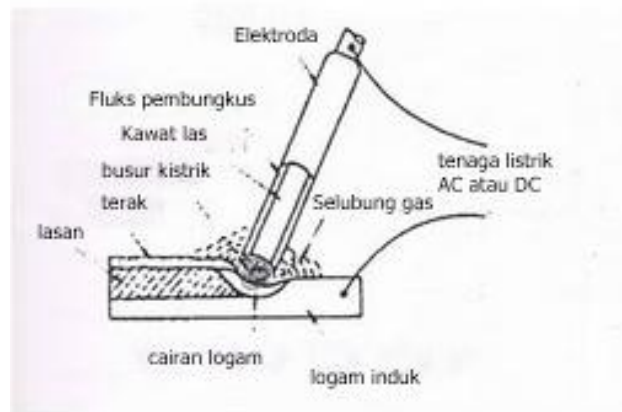
E. Arus Las

Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las. Bila arus terlalu rendah akan menyebabkan sukaranya 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. Besarnya arus listrik untuk pengelasan tergantung pada ukuran diameter dan macam-macam elektroda las.

Sebaliknya bila arus terlalu besar maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam. Besar arus untuk pengelasan tergantung pada jenis kawat las yang dipakai, posisi pengelasan serta tebal bahan dasar. Apabila arus listrik yang mengalir besar, butir-butir logam akan menjadi halus. Tetapi jika arus listriknya terlalu besar, butir-butir logam tersebut akan terbakar sehingga kampuh sambungan menjadi rapuh

F. Elektroda berselaput

Elektroda berselaput yang dipakai pada alas listrik mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. Pelapisan fluksi pada kawat inti dapat dengan cara destrusi, semprot atau celup. Ukuran standar diameter kawat inti 1,5 mm sampai 7 mm dengan panjang antara 350 sampai 450 mm. Dalam gambar 2.14 dapat dilihat bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda.



Gambar 9. Las listrik dengan elektroda berselaput
(Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008 : 9)

1. Bahan elektroda

Elektroda ini terdiri dari kawat inti (*core wire*) yang dilapis dengan selaput (*coating*) yang terdiri dari *flux*, komposisi kawat dan selaput menentukan perbedaan elektroda.

a) Kawat inti (*Core wire*)

Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 mm s.d 7 mm dengan panjang 250 s.d 450 mm. Tebal selaput elektroda berkisar antara 10% sampai 50% dari diameter elektroda. Selaput elektroda sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik logam las, dan semua logam las (*all weld metal*).

b) Salutan (*Coating*) Elektroda

Dalam proses pengelasan, salutan akan terbakar membentuk gas yang berfungsi sebagai pelindung dari pengaruh atmosfer dan pembentuk terak cair, kemudian membeku dan melindungi logam las yang sedang proses pembekuan.

Flux salutan juga berfungsi sebagai pemantap busur dan melancarkan pemindahan butir-butir logam cair. Terutama sebagai sumber unsur-unsur logam paduan yang akan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik logam las, yaitu tegangan luluh, tegangan tarik dan kekerasan.

1) Bahan salutan

Bahan-bahan tersebut Oksida logam karbonat, silikat, fluorida logam paduan, serbuk besi dan zat-zat organik. Bahan-bahan yang digunakan pada pembungkus/salutan dapat digolongkan sebagai bahan:

- (a) Pemantap busur
- (b) Pembentuk terak
- (c) Penghasil gas deoksidator
- (d) Penambah unsur paduan, dan
- (e) Pengikat

2) Karakteristik Salutan

- (a) Menambah konduktifitas pada panjang busur
- (b) Menghasilkan gas (H_2 , O_2 , H_2O , CO , CO_2 , N_2), asap metalik dan asap organik.
- (c) Menyebabkan terak (*slag*), sebagai proteksi, isolasi melawan panas, reaksi metalurgi penghasil komposisi yang pasti, berpengaruh pada kristalisasi.

2. Klasifikasi elektroda

Menurut standar AWS (American Welding Society) dinyatakan dengan tanda E XXXX yang artinya sebagai berikut:

- E = Menyatakan Elektroda busur listrik
- XX = (dua angka) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in^2 .
- 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 : kekuatan tarik minimum dan deposit las adalah 60.000 lb/in^2 atau 42 kg/mm^2 . dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi. Jenis selaput elektroda Rutil – Kalium dan pengelasan dengan arus AC dan DC+ atau DC.

Digit keempat dari symbol menunjukkan beberapa karakteristik special dari elektroda, kualitas las, jenis arus dan jumlah penetrasi.

Tabel 1. Arti digit keempat dari elektroda

Digit akhir	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Supley daya	(a)	AC/DC	AC/DC	AC/DC	AC/DC	AC/DC	AC/DC	AC/DC	AC/DC
Tipe terak	(b)	Organik	Rutile*	Rutile*	Rutile*	Hidrogen	Hidrogen	Mineral	Hidrogen rendah
Tipe busur	Digging (penebusan)	Digging	Sedang	Lunak	Lunak	Sedang	Sedang	Lunak	Sedang
Penetrasi	(c)	(Deep) dalam	Sedang	Ringan	Ringan	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Tepung besi pelapisan	0 – 10%	–	0 – 10 %	0 – 10 %	30 – 50 %	–	–	50 %	30 – 50 %

Keterangan :

(a) = E – 6010 adalah DC, E – 6020 adalah AC dan DC

(b) = E – 6010 adalah organik, E – 6020 adalah mineral

(c) = E – 6010 adalah penetrasi dalam, E – 6020 adalah penetrasi sedang.

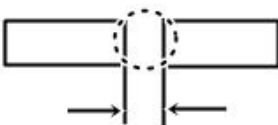
* = Terak titanium dioksida yang keras

G. Kampuh I

Kampuh las (Menurut Hery Sonawan dan Rochim Suratman 2006 : 17) merupakan bagian induk yang nantinya akan diisi oleh deposit las atau logam las (*weld metal*). Kampuh las, awalnya adalah berupa kubangan las (*weld pool*) yang kemudian diisi dengan logam las.

Pada pengelasan menggunakan kampuh I akan terjadi pencairan plat dan elektroda las karena panas, sehingga mengakibatkan terjadinya penyusutan pada logam tersebut, dan mengakibatkan hasil las menjadi rata. Untuk mengatasi hasil pengelasan yang rata itu diusahakan memperbanyak rigi – rigi las yang pendek, dan mencegah cairan elektroda las jangan sampai menumpuk.

Dalam Harsono Wirjosumarto dan Toshie Okumura, (2008 : 395) rekomendasi Japan Society of Steel Construction (JSSC) tentang persiapan sisi untuk pengelasan baja dengan busur listrik (JSSC – 1977).

Simbol	Skema	Tebal plat	Posisi pengelasan
MC – BI – 1		≤ 6	Datar Horizontal Vertikal Atas kepala

Keterangan :

MC : Las busur tangan (penetrasi penuh)

B : Sambungan sudut

I : Alur persegi

Untuk menyambung plat – plat tipis ≤ 6 kampuh yang digunakan adalah kampuh I. Bertujuan untuk memperoleh pencairan elektroda yang baik dan campuran cairan logam lebih merata pada logam induk.

H. Kecepatan pengelasan

Kecepatan pengelasan merupakan parameter yang sangat penting dalam menghasilkan kualitas penetrasi las yang memenuhi standar pengelasan. Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang di las, geometri sambungan, dan ketelitian sambungan.

Kecepatan pengelasan harus konstan mulai dari saat pengelasan sampai penyelesaian. Kecepatan pengelasan berbanding lurus dengan besar arus. Kecepatan yang tinggi memerlukan arus yang besar. Semakin cepat langkah pengelasan semakin kecil panas yang ditimbulkan sehingga perubahan bentuk bahan dapat dihindarkan.

I. Etsa

Etsa (*etching*) merupakan proses penyerangan/pengikisan batas butir secara selektif dan terkendali dengan pencelupan kedalam larutan pengetsa baik menggunakan listrik maupun tidak ke permukaan sampel sehingga detail struktur yang akan diamati terlihat dengan jelas dan tajam. Untuk beberapa material, mikrostruktur baru muncul jika diberikan zat etsa, sehingga perlu pengetahuan yang tepat untuk memilih zat etsa yang tepat. Etsa dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Etsa kimia merupakan proses pengetsaan dengan menggunakan larutan kimia dimana zat etsa yang digunakan memiliki karakteristik tersendiri sehingga pemilihannya disesuaikan dengan sampel yang akan diamati. Perlu diingat bahwa waktu etsa jangan terlalu lama (umumnya sekitar 4-30 detik), dan setelah di etsa segera dicuci dengan air mengalir lalu dengan alkohol kemudian dikeringkan.
2. Elektroetsa merupakan proses etsa dengan menggunakan reaksi elektroetsa. Cara ini dilakukan dengan pengaturan tegangan dan kuat arus listrik serta waktu pengetsaan. Etsa jenis ini biasanya khusus untuk Stainless Steel karena dengan etsa kimia sulit untuk mendapatkan detail strukturnya.

Berikut ini beberapa larutan etsa kimia dalam melakukan pengetsaan logam:

a) Tetrachlormethan (CCl_4)

Tetrachlormethan terutama dihasilkan oleh klorinasi metana atau karbon disulfida (Tetra-per proses). Ini adalah cairan bening yang mudah menguap. Sebagian besar zat yang melarikan diri ke lingkungan, karena itu dalam keadaan gas. Tidak mudah terbakar. Ini manis bau dan kebanyakan orang akan dapat menciumnya di udara bila konsentrasinya mencapai 10 bagian per juta (ppm). Rasa karbon tetraklometan tidak diketahui.

b) Methanol

Metanol dikenal sebagai metil alkohol, alkohol kayu, nafta kayu atau roh kayu, adalah kimia dengan rumus CH_3OH (sering disingkat MeOH). Metanol merupakan alkohol yang paling sederhana, dan sangat ringan, mudah menguap, tidak berwarna, cairan yang mudah terbakar dengan bau khas. Digunakan sebagai antibeku, pelarut, bahan bakar, dan sebagai denaturant untuk etanol. Hal ini juga digunakan untuk memproduksi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi.

c) Aceton

Aseton dapat melarutkan berbagai macam plastik, meliputi botol nalgene yang dibuat dari polistirena, polikarbonat, dan beberapa jenis poliprolilena. Dalam laboratorium, aseton digunakan sebagai pelarut aprotik polar dalam kebanyakan reaksi organik, seperti reaksi $\text{S}_{\text{N}}2$. Penggunaan pelarut aseton juga berperan penting pada oksidasi Jones. Oleh karena polaritas aseton yang menengah, ia melarutkan berbagai macam senyawa. Sehingga, aseton sangatlah efektif ketika digunakan sebagai cairan pembersih.

d) Asam nital

Nital adalah larutan alkohol dan asam nitrat umumnya digunakan untuk etsa rutin logam. Asam Nital, komposisinya asam nital 2ml, alkohol (95%) 98 ml. Pemakaiannya untuk baja karbon, baja paduan rendah dan baja paduan sedang. Hal ini terutama cocok untuk

mengungkapkan struktur mikro baja karbon. Alkohol dapat metanol, etanol atau spiritus.

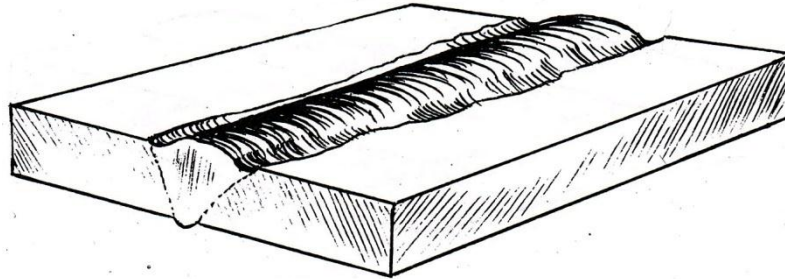
Campuran etanol dan asam nitrat yang berpotensi meledak. Hal ini biasanya terjadi dengan evolusi gas, meskipun etil nitrat juga bisa dibentuk. Metanol tidak bertanggung jawab untuk ledakan tetapi beracun. Suatu larutan etanol dan asam nitrat akan menjadi ledakan jika konsentrasi asam nitrat mencapai lebih dari 10% (berat). Solusi di atas 5% tidak harus disimpan dalam wadah tertutup. Asam nitrat akan terus bertindak sebagai oksidan dalam kondisi encer dan dingin.

Pengaruh reaksi dari larutan kimia terhadap permukaan benda uji ialah seluruh permukaan akan nampak seperti garis-garis tidak teratur yang menunjukkan munculnya atau adanya batas-batas antara butir-butir kristal logam tersebut.

J. Penetrasi Las

Penetrasi merupakan penembusan logam lasan mencapai kedalaman pada bahan dasar logam yang di las. Penetrasi ini juga merupakan pencairan antara elektroda dengan bahan dasar dari tepi bagian atas sampai menembus pelat pada kedalaman tertentu. Penetrasi yang memenuhi standar harus dapat mencapai pada seluruh ketebalan plat yang di las.

Penetrasi (Menurut Hery Sonawan dan Rochim Suratman 2006 : 18) adalah kedalaman penembusan logam las dalam logam induk.



Gambar 10. Penetrasi

K. Hubungan antara kuat arus listrik, ketebalan plat, ukuran elektroda

Untuk membuat las yang bagus, ukuran elektroda harus di tentukan, tebal plat yang di las dan kuat arus (ampere) yang di gunakan harus tepat untuk ukuran elektroda yang ditunjukkan pada table 2, rekomendasi kuat arus dan ukuran elektroda untuk pekerjaan pengelasan dalam satu bengkel *bodyomotif*.

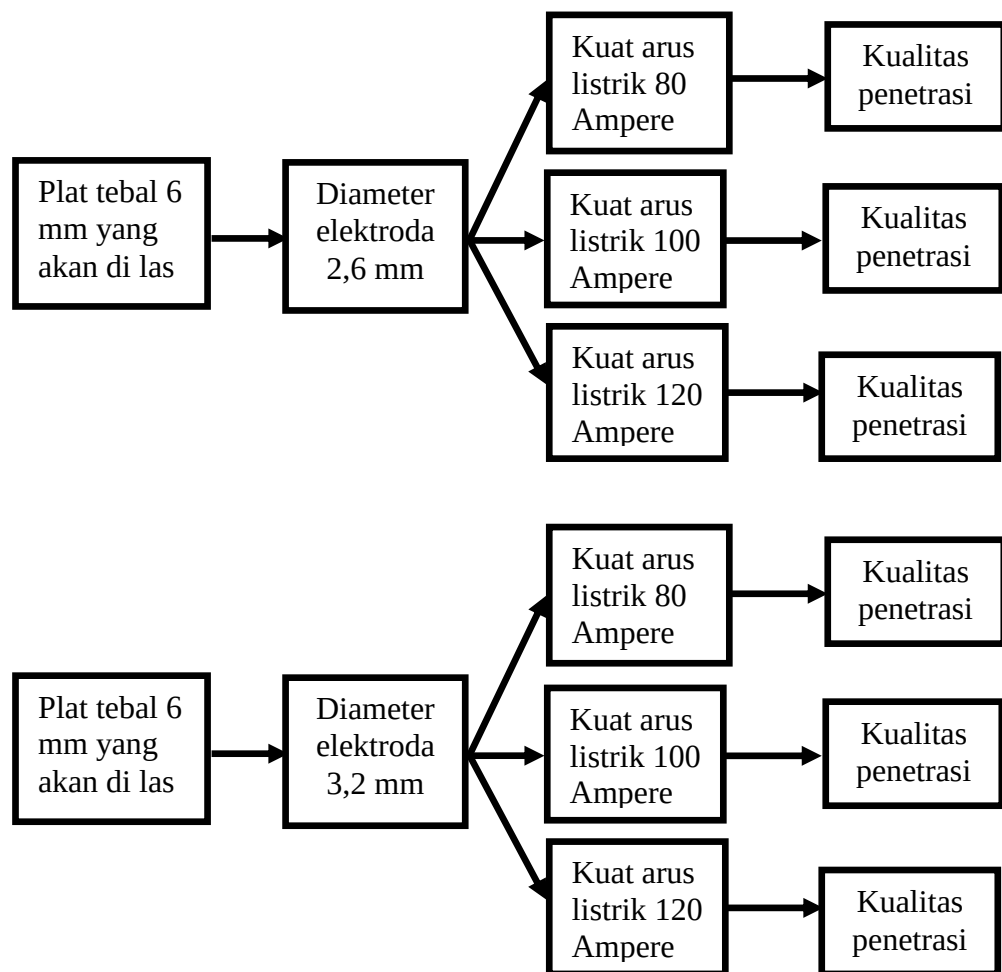
Tabel 2. Kuat arus, tebal , dan ukuran elektroda

No.	Tipe Logam dan tebal (mm)	Diameter elektroda (mm)	Kuat arus (ampere)
1	Plat logam tipis (outer sheet metal, sampai tebal 2,8	1,5	10 – 32
		2	25 – 45
		2,4	40 – 70
2	Baja lunak tipis (struktur body dalam dsbnya, 2,8 sampai 4,7	3,2	50 – 130
		3,9	40 – 180
		4,76	130 – 230
3	Baja lunak tebal (rangka dsbnya, tebal 4,7 sampai 8	3,2	60 – 120
		4	90 – 160
		4,76	120 – 200
		6,4	190 – 300

Sumber : Tim Fabrikasi

L. Kerangka Penelitian

Dalam langkah-langkah penelitian yang akan di sajikan berdasarkan rumusan masalah dan anggapan dasar maka dalam hal ini ditunjukkan dalam paradigma penelitian berikut ini:



Gambar 11. Paradigma Penelitian

M. Pertanyaan Penelitian

1. Sejauh mana pengaruh kuat arus listrik terhadap kualitas penetrasi?
2. Sejauh mana pengaruh diameter elektroda terhadap kualitas penetrasi?
3. Sejauh mana pengaruh kuat arus dan diameter elektroda terhadap kualitas penetrasi?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Selama melakukan penelitian serta hasil yang diperoleh, maka kesimpulan yang dapat diambil pada variasi diameter elektroda dan variasi kuat arus adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran spesimen terdapat perbedaan kualitas penetrasi las akibat variasi kuat arus listrik.
2. Hasil pengukuran spesimen terdapat perbedaan kualitas penetrasi las akibat variasi diameter elektroda.
3. Hasil pengukuran spesimen terdapat perbedaan kualitas penetrasi las akibat variasi kuat arus listrik dan diameter elektroda.
4. Pada hasil pengukuran spesimen yang terbaik kualitas penetrasinya terdapat pada spesimen dengan diameter elektroda 2,6 mm dan kuat arus 100 Ampere.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengukuran spesimen penelitian ini, penulis menyarankan agar:

1. Untuk menghasilkan kualitas penetrasi yang baik dengan ketebalan plat 6 mm dan gap 2 mm sebaiknya menggunakan kuat arus 100 A dengan diameter elektroda 3,2 mm khusus untuk baja karbon rendah ST 37 pada posisi pengelasan di bawah tangan.
2. Perhatikan ketebalan plat agar tidak terjadi bolong atau jebol pada hasil pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang (2009). Padang: Universitas Negeri Padang.

Depdiknas. (2003) *Undang - undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta :Depdiknas.

Daryanto. 2012. *Teknik Las*. Bandung : Alfabeta

Erizal G. 1995. *Menulis Karya Ilmiah*. Padang : IKIP Padang

Fakultas Teknik.(2003).*Pedoman Pembuatan Karya Ilmiah Skripsi/Tugas Akhir dan Proyek Akhir*. Padang: FT UNP

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

Cepiar. *Methalografi Material*. Online: <http://cepiar.wordpress.com/2007/11/14/metalografi-material/>. Diakses 14 November 2007

Khairil Munawir. *Etching*. Online: <http://en.wikipedia.org/wiki/Etching>. Diakses 7 Juni 2010 Pukul. 05.40

Rudi Heriansyah. *Dasar – dasar Pengelasan*. Online: <http://rudi-heriansyah.blogspot.com/>. Sabtu, 22 Januari 2011

Suharno. 2008. *Prinsip – prinsip teknologi dan metalurgi pengelasan logam*. Surakarta : LPP UNS dan UNS press

Sunari. 2007. *Teknik pengelasan Logam*. Jakarta : ganeca exact

Tim Fabrikasi. 2012. *Teknologi Pengelasan Logam*. Padang : UNP

Wiryosumarto H, Toshie O. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita