ANALISA PENGARUH HASIL PENGELASAN LISTRIK DAN ASETILIN PADA PLAT BORDES TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKUATAN LENGKUNG, *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO

SKRIPSI

BIDANG TEKNOLOGI MATERIAL TEKNIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik

ABDUL SUWITONO
NIM. 11.121.0223

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK

TAHUN 2017

PENGESAHAN SIDANG TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH HASIL PENGELASAN LISTRIK DAN ASETILIN PADA PLAT BORDES TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKUATAN LENGKUNG, *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO

SKRIPSI

BIDANG TEKNOLOGI MATERIAL TEKNIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik

ABDUL SUWITONO
NIM. 11.121.0223

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing beserta dosen penguji pada tanggal 8 Agustus 2017

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Fuazen, ST., MT)	**(Eko Sarwono, ST., MT)**
NIDN. 1122087301	**NIDN. 0018106901**

Penguji I	Penguji II
(Waspodo,ST.,MT)	**(Gunarto,ST.,M.Eng)**
NIDN. 1114067602	**NIDN.0009097301**

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik

(Waspodo,ST.,MT)
NIDN. 1114067602

ANALISA PENGARUH HASIL PENGELASAN LISTRIK DAN ASETILIN PADA PLAT BORDES TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKUATAN LENGKUNG, *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO

Penanggung Jawab Yuridis Materi Pada

ABDUL SUWITONO
NIM. 11.121.0223

DisetujuiOleh:

Dosen Pembimbing I — Dosen Pembimbing II

(Fuazen, ST.,MT)
NIDN.1122087301

(EkoSarwono,ST.,MT)
NIDN. 0018106901

Pontianak, 8 Agustus 2017
Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Pontianak

(Waspodo,ST.,MT)
NIDN. 1114067602

PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

ANALISA PENGARUH HASIL PENGELASAN LISTRIK DAN ASETILIN PADA PLAT BORDES TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKUATAN LENGKUNG, IMPACT DAN STRUKTUR MIKRO

SKRIPSI

Saya mengakui skripsi ini hasil dari kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang sudah dicantumkan masing-masing sumbernya.

Pontianak, 8 Agustus 2017

Mahasiswa

Abdul Suwitono
NIM: 111210223

BIODATA PENULIS

Nama	: ABDUL SUWITONO
Tempat, Tanggal Lahir	: LUMAJANG, 9 MEI 1992
Jenis Kelamin	: LAKI-LAKI
Agama	: ISLAM
Alamat	: DUSUN WONOREJO
RT/RW	: 002/001
Kel/Desa	: KEPULUK
Kecamatan	: SUNGAI MELAYU RAYAK
Nama Orang Tua :	
Ayah	: JOKO BUNARYO
Ibu	: SULASTRI
Alamat Orang Tua	: DUSUN WONOREJO
RT/RW	: 002/001
Kel/Desa	: KEPULUK
Kecamatan	: SUNGAI MELAYU RAYAK

Jenjang Pendidikan

SD	: SDN 43 Kepuluk Sei Melayu Rayak (1999 – 2005)
Mts	: MTs Al-Muhajirin Sei Melayu Baru (2005 – 2008)
SMK	: SMK NEGERI 2 KETAPANG (2008 – 2011)
Perguruan Tinggi	: TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK (2017)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuau, padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui. (Q.S Al-Baqarah 216)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

(Q.S Al-Insyirah 6-7)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya sederhana ini ku persembahkan untuk :

- ✓ Ibu dan Bapakku, yang telah mendukungku, memberiku motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tidak mungkin bisa ku balas dengan apapun.
- ✓ Terimakasih yang tak terhingga untuk dosen – dosen ku, terutama pembimbing yang tak pernah lelah dan sabar memberikan bimbingan.
- ✓ Teman–teman angkatanku yang telah membantu, berbagi keceriaan dan melewati setiap suka dan duka selama kuliah, “tiada hari yang indah tanpa kalian semua”.
- ✓ Almamaterku.

ABSTRAK

Abdul Suwitono Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, 8 Agustus 2017, **ANALISA PENGARUH HASIL PENGELASAN LISTRIK DAN ASETILIN PADA PLAT BORDES TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKUATAN LENGKUNG, *IMPACT* DAN STRUKTUR MIKRO** Dosen Pembimbing : Fuazen, ST., MT dan Eko Sarwono, ST., MT.

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan. Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hasil pengelasan dengan las listrik SMAW dengan elektroda terbungkus RD 260 AWS A5.1 E6013 dan las asitilin dengan kawat penambah dari bahan St 37 tipe G1 DIN 8554 Ø3 terhadap kekuatan tarik, kekuatan lengkung, kekuatan *impact* dan struktur mikro pada plat bordes.

Berdasarkan data dari hasil penelitian didapat nilai uji tarik tertinggi adalah pada pengelasan asetilin yaitu sebesar 198,67 N, sedangkan pada las listrik SMAW nilai tertinggi yaitu sebesar 170,67 N. Pada uji lengkung nilai tertinggi yang didapat adalah pada pengelasan listrik SMAW yaitu sebesar 720,00 N, sedangkan pada las asetilin nilai tertinggi yaitu sebesar 640,00 N. Pada uji *impact* nilai tertinggi yang didapat adalah pada pengelasan listrik SMAW yaitu sebesar 9227,57 J, sedangkan pada las asetilin nilai tertinggi yaitu sebesar 9223,40 J. Pada uji struktur mikro butiran logam pada las asetilin beraturan atau logam las terisi sempurna sehingga membentuk suatu ketahanan maksimum, sedangkan pada las listrik SMAW banyak terdapat struktur butiran logam las yang tidak terisi dengan sempurna sehingga membentuk ketahanan kurang maksimum.

Kata kunci : Pengelasan, Pengujian, Struktur Mikro.

ABSTRACT

Abdul Suwitono Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Pontianak, August 8, 2017, **ANALYSIS OF EFFECT OF ELECTRIC WELDING AND ACETYLINE WELDING ON PLATE BORDES TO TENSILE STRENGTH, BENDING STRENGTH, IMPACT AND MICRO STRUCTURE.** Supervisor: Fuazen, ST., MT and Eko Sarwono, ST., MT.

Welding is an integral part of the growth of industrial growth because it plays a major role in the engineering and reparation of metal production. It is almost impossible to build a factory without involving welding elements. The purpose of this research is to know the effect of welding result with SMAW electric welding with electrode enclosed RD 260 AWS A5.1 E6013 and acetyline weld with additive wire from material St 37 type G1 DIN 8554 Ø3 to tensile strength, bend strength, impact strength and structure micro on the plate bordes.

Based on the data from the research results obtained the highest tensile test value is the welding of acetylilin that is equal to 198.67 N, while in SMAW welding the highest value of 170.67 N. In the bend test the highest value obtained is on SMAW electric welding of 720 , 00 N, whereas in the weld of acetylilin the highest value which is equal to 640,00 N. In impact test the highest value obtained is on SMAW electric welding that is equal to 9227,57 J, whereas in welding of acetylilin the highest value that is equal to 9223,40 J. At microstructure grain microstructure test on acetylated welding or weld metal is fully loaded to form a maximum resistance, whereas in SMAW electrics welding there are many grain structure of weld metal that is not fully filled so as to form maximum resistance.

Keywords : Welding, Testing, Micro Structure.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kepada Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **"ANALISA PENGARUH HASIL PENGELASAN LISTRIK DAN ASETILIN PADA PLAT BORDES TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKUATAN LENGKUNG, IMPACT DAN STRUKTUR MIKRO"** atas motivasi yang telah diberikan kepada penulis, oleh karena itu penulis banyak mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fuazen, ST.,MT, sebagai pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat berguna dalam menyelesaikan Tugas Ahir ini.
2. Bapak Eko Sarwono, ST,.MT, sebagai pembimbing kedua yang banyak sekali memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Ahir ini.
3. Kedua Orang Tua tercinta, saudara dan seluruh keluarga besar yang menjadi dasar motivasi dalam menyelesaikan Tugas Ahir ini. Banyak sekali dukungan yang telah diberikan kepada penulis baik secara moril maupun materi.
4. Bapak Waspodo, ST.,MT dan Bapak Gunarto, ST.,M.Eng selaku tim penguji.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik dan tenaga Dosen yang pernah mengajar di Fakultas Teknik yang sudah memberikan ilmu dari awal perkuliahan hingga sekarang.

6. Seluruh pengurus Fakultas Teknik yang sudah memberikan pelayanan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Ahir ini
7. Kepada sahabat khususnya kelas Teknik Mesin angkatan 2011, banyak suka duka yang telah dilalui semasa perkuliahan hingga sampai penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepala dan staf perpustakaan Universitas Muhamadiyah Pontianak yang telah membantu penulis dalam mencari referensi.
9. Serta pihak-pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat peneliti harapkan.

Pontianak, 8 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN i

LEMBAR PENANGGUNG JAWAB.. ii

PERNYATAAN KEASLIAN PENULIS.. iii

BIODATA PENULIS.. iv

MOTTO DAN PERSEMBAHAN... v

ABSTRAK vi

ABSTRACT.. vii

KATA PENGANTAR.. viii

DAFTAR ISI.. x

DAFTAR GANBAR.. xiv

DAFTAR TABEL... xvi

DAFTAR SIMBOL xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang... 1

1.2.Rumusan Masalah.. 3

1.3.Batasan Masalah 4

1.4.Tujuan Penelitian 5

1.5.Manfaan Penelitian 5

1.6.Metode Pengumpulan Data 5

1.7.Sistematika Penulisan 6

BAB II LANDASAN TEORI

2.1.Plat Bordes... 7

2.2.Pengelasan 8
2.2.1.Las Listrik 12
2.2.1.1.Mesin Las Listrik 14
2.2.1.2.Elektroda Las 14
2.2.1.3.Kabel Las 15
2.2.1.4.Tang Elektroda 15
2.2.1.5.Tang Massa 16
2.2.1.6.Tang Penjepit Benda Kerja 16
2.2.1.7.Palu Terak 17
2.2.1.8.Topeng Pelindung 17
2.2.1.9.Sarung Tangan 18
2.2.2.Elektroda 18
2.2.2.1.Jenis-Jenis Fluksi Elektroda 20
2.2.2.2.Tebal Selaput 21
2.2.2.3.Memilih Besar Arus Listrik 21
2.2.3.Sambungan Las 22
2.2.4.Prinsip Kerja Las Busur Listrik 27
2.2.5.Las Asetilin 28
2.2.5.1.Tangki Pembentuk Gas Karbit 30
2.2.5.2.Tabung Gas Asam 31
2.2.5.3.Botol Asetilin 32
2.2.5.4.Regulator 32
2.2.5.5.Brander 33
2.2.5.5.1.Nyala Api Netral 33
2.2.5.5.2.Nyala Api Karburasi 34

2.2.5.5.3.Nyala Api Oksidasi 34
2.2.5.6.Selang Las 34
2.2.5.7.Bahan Pengisi 35
2.2.5.8.Korek Api Las 36
2.2.5.9.Kaca Mata Las 36
2.2.5.10.Pakaian Kerja, Sepatu Las, Sarung Tangan 37
2.2.6.Prinsip Kerja Las Asetilin 37
2.2.7.Metalurgi Bahan 38
2.2.7.1.Sifat Fisik Dan Mekanis 38
2.2.7.1.1.Kekuatan *(Strength)* 39
2.2.7.1.2.Kekuatan Tarik *(Tensile Strength)* 39
2.2.7.1.3.Kekuatan Lengkung *(Bending)* 41
2.2.7.1.4.*Impact* 42
2.2.7.2.Struktur Mikro 43

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Dimensi Benda Uji 45
3.2.Bentuk Sambungan 46
3.3.Waktu Dan Tempat Penelitian 46
3.3.1.Waktu Penelitian 46
3.3.2.Tempat Penelitian 46
3.4.Populasi Dan Sampel 46
3.5.Pelaksanaan Penelitian 47
3.5.1.Persiapan Penelitian 47
3.6.Proses Pengelasan Benda Uji 48
3.7. Hasil Pengelasan 49

3.8.Pembuatan Spesimen 49
3.9.Metode Pengujian 50
3.9.1.Pengujian Tarik 50
3.9.2.Pengujian Lengkung 51
3.9.3.Uji *Impact* 51
3.9.4.Uji Struktur Mikro 52
3.10.Analisa Data 53
3.11.Diagram Alir Pengujian 54
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN
4.1.Hasil Pengujian 55
4.1.1.Hasil Uji Tarik 55
4.1.2.Hasil Uji Lengkung *(Bend Test)* 56
4.1.3.Hasil Uji Benturan *(Impact Test)* 57
4.2.Pembahasan 58
4.2.1.Uji Tarik 58
4.2.2.Uji Lengkung *(Bend Test)* 61
4.2.3.Uji Benturan *(Impact Test)* 63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. Kesimpulan 66
5.2.Saran 67
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plat Bordes 8

Gambar 2.2 Pengelasan Cair 10

Gambar 2.3 Pengelasan Tekan 10

Gambar 2.4 Las Busur 11

Gambar 2.5 Las Busur Gas 11

Gambar 2.6 Las Busur Gas Dan Fluks 12

Gambar 2.7 Mesin Las Arus AC 14

Gambar 2.8 Elektroda Las 15

Gambar 2.9 Kabel Las 15

Gambar 2.10 Tang Elektroda 15

Gambar 2.11 Tang Massa 16

Gambar 2.12 Tang Penjepit Benda Kerja 16

Gambar 2.13 Palu Terak 17

Gambar 2.14 Topeng Pelindung 17

Gambar 2.15 Sarung Tangan 18

Gambar 2.16 Sambungan Kampuh 22

Gambar 2.17 Sambungan Tumpang 22

Gambar 2.18 Sambungan Tepi 22

Gambar 2.19 Sambungan V 23

Gambar 2.20 Sambungan $^1/_2$ V 23

Gambar 2.21 Sambungan X 23

Gambar 2.22 Sambungan $^1/_2$ X 24

Gambar 2.23 Sambungan U 24

Gambar 2.24 Sambungan $^1/_2$ U 24

Gambar 2.25 Sambungan Sudut 24

Gambar 2.26 Sambungan T 25
Gambar 2.27 Sambungan Bevel 25
Gambar 2.28 Simbol-Simbol Pengerjaan Pengelasan 25
Gambar 2.29 Perlengkapan Pengelasan Las Asetilin 30
Gambar 2.30 Tangki Gas Karbit 31
Gambar 2.31 Tabung Gas Asam 31
Gambar 2.32 Botol Asetilin 32
Gambar 2.33 Regulator 32
Gambar 2.34 Brander 33
Gambar 2.35 Nyala Api Netral 33
Gambar 2.36 Nyala Api Karburasi 34
Gambar 2.37 Nyala Api Oksidasi 34
Gambar 2.38 Selang Las 35
Gambar 2.39 Bahan Pengisi 36
Gambar 2.40 Korek Api Las 36
Gambar 2.41 Kaca Mata Las 37
Gambar 2.42 Pakaian Kerja 37
Gambar 2.43 Kekuatan Tarik 40
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian 54
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Tarik 59
Gambar 4.2 Foto Struktur Mikro (A) Las Listrik Dan (B) Las Asetilin 59
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Lengkung 62
Gambar 4.4 Foto Struktur Mikro (A) Las Listrik Dan (B) Las Asetilin 62
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian *Impact* 64
Gambar 4.6 Foto Struktur Mikro (A) Las Listrik Dan (B) Las Asetilin 64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Besi Plat Bordes 8

Tabel 2.2 Besar Arus dalam Ampere dan Diameter (mm)................................. 21

Tabel 2.3 Temperatur Gas Bahan Bakar 29

Tabel 2.4 Kawat Las Tanpa Oksidasi Jenis Logam Baja.................................... 35

Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Plat Bordes... 58

Tabel 4.2 Hasil Uji Lengkung Plat Bordes 61

Tabel 4.3 Hasil Uji *Impact* Plat Bordes 63

DAFTAR SIMBOL

σ_y	=	Batas luluh
σ_f	=	Tegangan friksi
k	=	Konstanta
D	=	Dasar butir
σ_u	=	Kekuatan tarik (N/mm^2)
F_{max}	=	Beban maximum (N)
A_0	=	Luas penampang asal (mm^2)
E	=	Modulus elastisitas
σ	=	Tegangan
e	=	Regangan
$\sigma\ell$	=	Kekuatan lengkung (N/mm^2)
ML	=	Momen lengkung (N/mm)
WL	=	Momen tahan (mm^3)
W1	=	Usaha yang dilakukan (kg m)
G	=	Berat pendulum (kg)
h1	=	Jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m)

λ	=	Jarak lengan pengayun (m)
$\cos \lambda$	=	Sudut posisi awal pendulum
N/mm^2	=	Newton per milimeter kuadrat
N/mm	=	Newton per milimeter
mm^3	=	Milimeter kuadrat
Kg m	=	Kilogram meter
Kg	=	Kilogram
M	=	Meter
A	=	Luas penampang
F	=	Gaya tarik/bengkok
N	=	Newton
L	=	Jarak tumpu
WP	=	Momen tahanan polar
J/m	=	Joule per meter
J	=	Joule
σ_{tr}	=	Kekuatan tarik
σ_b	=	Tegangan bengkok

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan zaman yang disertai oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang pesat dewasa ini menciptakan era globalisasi dan keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta didalamnya, sehingga sumber daya manusia harus menguasai IPTEK serta mampu mengaplikasikannya dalam setiap kehidupan.

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

Pada area industrialisasi dewasa ini teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya pengguanaan teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatanya.

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, pipa saluran dan lain sebagainya. Di samping itu proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras

pada perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus dan lain-lain. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi merupakan sarana untuk mencapai pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las yaitu kekuatan dari sambungan dan memperhatikan sambungan yang akan dilas, sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam memilih proses pengelasan harus dititik beratkan pada proses yang paling sesuai untuk tiap-tiap sambungan las yang ada pada konstruksi. Dalam hal ini dasarnya adalah efisiensi yang tinggi, biaya yang murah, penghematan tenaga dan penghematan energi sejauh mungkin. Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas.

Dalam penelitian ini pengelasan yang digunakan adalah las listrik dan asetilin. Hal ini sangat erat hubungannya dengan arus listrik, ketangguhan, cacat las, serta retak yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah **Plat Bordes.** Plat bordes adalah *plat baja* dengan ketebalan yang bervariasi dengan ukuran 1,2 meter x 2,4 meter yang mempunyai kontur bergelombang. Alasan peneliti memilih plat bordes, karena plat bordes umumnya banyak digunakan dalam

dunia konstruksi sebagai *tangga, jembatan dan lantai* karena tekstur kembang yang berfungsi untuk mengurangi resiko tergelincir.

Maka dari itu untuk mengusahakan terhadap hasil pengelasan yang baik dan berkualitas perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan dilas. Untuk itu penelitian tentang pengelasan sangat mendukung dalam rangka memperoleh hasil pengelasan yang baik. Terwujudnya standar-standar teknik pengelasannya akan membantu memperluas lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang akan dilas.

Untuk dapat mengetahui pengaruh hasil pengelasan las listrik dan asitilin pada pelat bordes terhadap uji kekerasan, uji tarik dan uji bending dari pengelasan maka perlu dilakukan pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan.

1.2. Rumusan Masalah

Bertolak dari latar belakang maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimanakah sifat mekanis yang dimiliki pelat bordes setelah dilas dengan menggunakan las listrik dan asetilin.
2. Adakah pengaruh pengelasan dengan menggunakan las listrik dan asetilin terhadap kekuatan tarik, lengkung, *impact* dan struktur mikro.

1.3. Batasan Masalah

Agar dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini lebih mengarah ke tujuan penelitian dengan membatasi pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah pelat bordes dengan panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal 3 mm.
2. Pengelasan yang dilakukan adalah pengelasan listrik SMAW dengan elektoda terbungkus RD 260 AWS A5.1 E6013 JIS Z 3211 D 4313 tipe hight titania.
3. Pengelasan asetilin menggunakan kawat penambah dari bahan St 37 tipe G1 DIN 8554 Ø3 Autogeen Lasdraad Verkoperd sebagai umpan pengelasan.
4. Arus listrik yang digunakan dalam proses pengelasan listrik yaitu 60 - 110 Ampere dengan diameter elektroda 2,6 mm.
5. Kampuh yang digunakan adalah I.
6. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian mekanik yang meliputi pengujian lengkung, pengujian tarik, pengujian *impact* serta pengujian struktur mikro.
7. Orang yang mengelas adalah orang yang ahli dalam bidang pengelasan.
8. Sampel yang digunakan adalah 24 buah, masing-masing untuk las listrik (SMAW) dan asetilin adalah 12 buah.
9. Yang dilakukan pengujian hanya bagian penutup permukaan pengelasan *(caving)*.
10. Pengelasan dilakukan dengan metode *down hand position*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hasil pengelasan dengan las listrik dan las asitilin terhadap kekuatan tarik, kekuatan lengkung, kekuatan *impact* dan struktur mikro pada plat bordes.

1.5. Manfaat Penelitian

1 Untuk mengetahui nilai hasil uji tarik, uji *impact*, uji lengkung dan struktur mikro yang terjadi pada proses penyambungan setelah proses pengelasan listrik dan pengelasan asetilin.

2 Membandingkan hasil pengelasan melalui uji pengelasan listrik dan asetilin terhadap kekuatan tarik, *impact*, lengkung dan struktur mikro pada pelat bordes.

3 Dari data-data ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya tentang pengelasan listrik dan asetilin.

1.6. Metode Pengumpulan Data

Dalam penulisan tugas akhir ini, metode penulisan yang diambil adalah:

1. Metode literatur, yaitu memnggunakan berbagai macam literatur yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Metode observasi, yaitu mengadakan pengamatan terhadap pengelasan listrik dan asetilin pada plat bordes.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berissikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Meliputi teori-teori yang berkaitan dengan analaisa pengaruh pengelasan listrik dan asetilin pada plat bordes terhadap kekuatan tarik, kekuatan lengkung, *impact* dan struktur mikro.

BAB III. DATA PENELITIAN

Berisikan data-data yang diperlukan didalam penelitian dan alat-alat yang digunakan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang analisa data dan hasil penelitian serta pembahasan data dari hasil penelitian tersebut.

BAB V. PENUTUP

Memuat kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Plat Bordes

Plat Bordes adalahplat baja dengan ketebalan bervariasi yang mempunyai konturbergelombang. Plat Bordes atau yang seringkali disebut dengan checkered atau juga plat kembang adalah plat yang memiliki permukaan menonjol yang berbentuk jajaran genjang pada permukaannya.

Permukaannya yang kasar sering di gunakan sebagai lantai pada tangga pabrik, untuk deck dan juga alas mobil. ketebalan 2,3 – 9 mm dengan ukuran panjang 1200 mm dan lebar 2400 mm. banyak juga digunakan dalam dunia konstruksi sebagai tangga dan lantai karena tekstur kembang yang berfungsi untuk mengurangi resiko tergelincir. Ini juga yang membuat plat bordes biasa digunakan pada lantai bus penumpang dan alas pada truk pemadam kebakaran.

Plat bordes terbuat dari baja, baja tahan karat atau galvanis dan baja hitam. Plat bordes biasanya dibuat dengan system hot rolling namun manufaktur modern juga membuatnya dengan system press atau tekanan. Sehingga plat bordes tersedia dengan bergai variasi motif, ketebalan dan ukuran. Pada umumnya spesifikasi material plat bordes adalah JIS G31010 SS400. Standart ukuran di pasar dari ukuran tebal 2mm hingga 9 mm.

Tabel 2.1. Besi plat bordes

Tebal	Ukuran (size)	Berat (Weight)
2,3 mm	4` × 8 `	59,0 kg
3 mm	4` × 8`	75,0 kg
3,2 mm	4` × 8`	79,6 kg
4 mm	4` × 8`	98,5 kg
4,5 mm	4` × 8`	110,0 kg
5 mm	4` × 8`	122,0 kg
6 mm	4` × 8`	145,0 kg
8 mm	4` × 8`	192,0 kg
9 mm	4` × 8`	215,0 kg

Gambar 2.1 Plat Bordes

2.2. Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Karena proses ini maka logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. **(Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, Prof. Dr. Toshie Okumura, 1979)**.

Menurut *Deustche Industry Normen* (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan mengguanakan energi panas.

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan 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 dibagi dalam tiga kelas utama yaitu:

1. Pengelasan cair

   adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sumber api gas yang terbakar.

2. Pengelasan tekan

   adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.

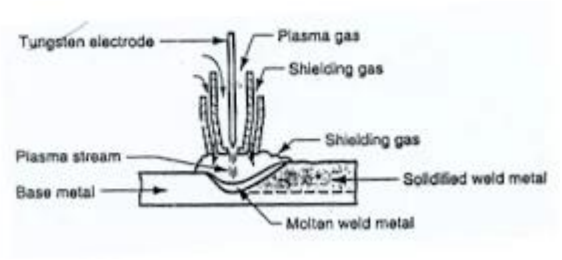
3. Pematrian

   adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam hal ini logam induk tidak turut mencair.

Klasifikasi dari cara pengelasan:

1. Pengelasan cair terbagi atas:

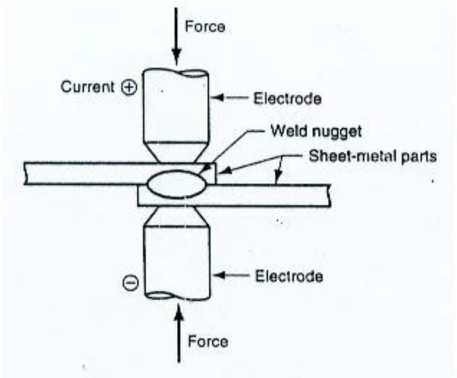
- Las gas	- Las listrik termis
- Las listrik terak	- Las listrik elektron
- Las listrik gas	- Las listrik plasma



Gambar 2.2 Pengelasan cair

2. Pengelasan tekan terdiri atas:

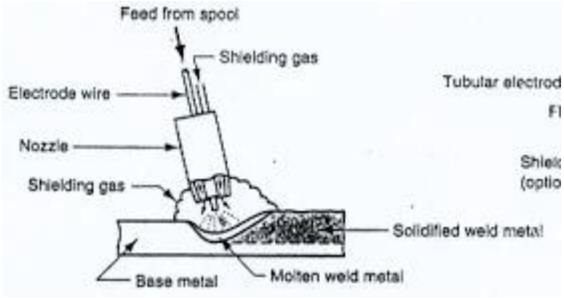
- Las resistensi listrik	- Las tekan gas
- Las titik	- Las tempa
- Las penampang	- Las gesek
- Las busur tekan	- Las ledakan
- Las tekan	- Las induksi
- Las tumpul tekan	- Las ultrasonik



Gambar 2.3 Pengelasan tekan

3. Las busur yaitu:

- Elektroda terumpan

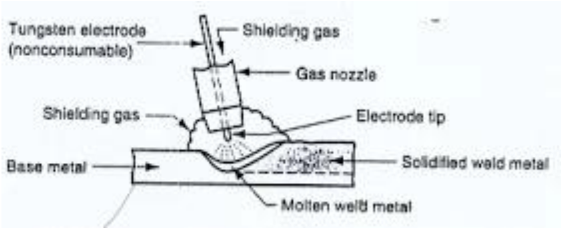


Gambar 2.4 Las Busur

4. Las busur gas terdiri atas:

- Las M16

- Las busur CO_2



Gambar 2.5 Las Busur Gas

5. Las busur gas dan fluks

- Las busur CO_2 dengan elektroda berisi fluks

- Las busur fluks

-- Las elektroda berisi fluks

-- Las busur fluks

--- Las elektroda tertutup

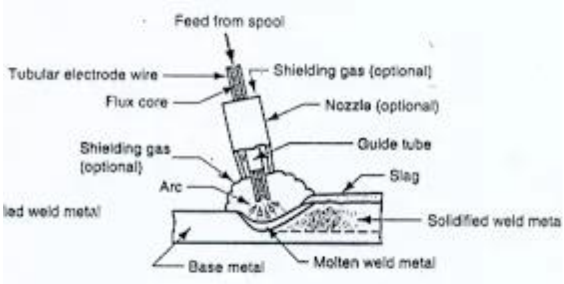
--- Las busur dengan elektroda berisi fluks

--- Las busur terendam

-- Las busur tanpa pelindung

-- Elektroda tanpa terumpan

-- Las TIG atau las wolfram gas



Gambar 2.6 Las Busur Gas dan Fluks

Untuk selanjutnya hanya akan dibahas las listrik dan las asetilin saja.

2.2.1. Las Listrik

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. Jadi sumber panas pada las listrik ditimbulkan oleh busur api arus listrik, antara elektroda las dan benda kerja. Benda kerja merupakan bagian dari rangakaian aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik. Gerakan busur api diatur sedemikian rupa, sehingga benda kerja dan elektroda yang mencair, setelah dingin dapat menjadi satu bagian yang sukar dipisahkan. Jenis

sambungan dengan las listrik ini merupakan sambungan tetap.Pengelasan dengan mengguanakan tenaga listrik sebagai sumber panas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu las tahanan listrik dan las busur nyala listrik.

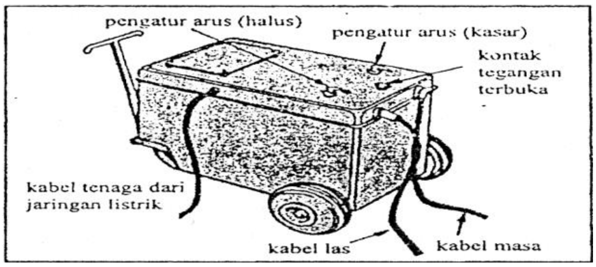
Las tahanan listrik adalah proses pengelasan yang dilakukan dengan jalan mengalirkan arus listrik melalui bidang atau permukaan-permukaan benda yang akan disambung. Tahanan yang ditimbulkan oleh arus listrik pada bidang-bidang sentuhan yang menimbulkan panas dan berguana untuk mencairkan permukaan yang akan disambung. Pengelasan jenis ini sering digunakan pada industri-industri yang besar, karena kapasitas pengelasannya besar dan membutuhkan peralatan yang mahal maka cocok untuk produksi massa.

Las busur nyala listrik adalah proses pengelasan yang dilakukan dengan jalan mengubah arus listrik menjadi panas untuk melelehkan atau mencairkan permukaan benda yang akan disambung dengan membangkitkan busur nyala listrik melalui sebuah elektroda. Terjadinya aliran arus listrik dari elektroda ke benda kerja terjadi karena benda kerja disambung dengan salah satu kutub listrik dari sumber listrik yang digunakan untuk proses pengelasan. Pengelasan jenis ini cukup sederhana dan tidak memerlukan peralatan yang mahal dan fleksibel dan sering dipakai dibengkel-bengkel besar dan kecil.

Beberapa peralatan pada las listrik:

2.2.1.1. Mesin las listrik

Arus listrik bisa dari PLN, motor bensin ataupun motor diesel.



Gambar 2.7Mesin las arus AC.

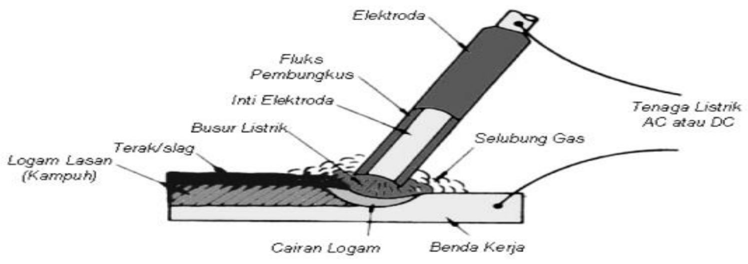
2.2.1.2. Elektroda Las

Dibuat dari besi atau baja. Elektroda memiliki berbagai macam ukuran, tergantung dari tebal benda kerja yang akan disambung dan juga bahan apa yang dipakai. Umumnya garis tengah elektroda berkisar 1 - 9 mm dengan panjang 350 – 450 mm.

Spesifikasi
Elektroda E6013 milik kawat baja karbon
Standar: AWS
Sertifikat: ISO CE SGS

Komposisi kimia

Komposisi kimia	C	Mn	Si	S	P
Nilai Standar	≤ 0.12	0.3-0.6	≤ 0.35	≤ 0.035	≤ 0.040



Gambar 2.8 Elektroda las

2.2.1.3. Kabel Las

Umumnya dibuat dari tembaga yang dibungkus isolasi karet. Berguna untuk menghubungkan mesin las dengan elektroda dan mesin las dengan benda kerja.

Gambar 2.9 Kabel las

2.2.1.4. Tang Elektroda

Berguna untuk memegang elektroda sewaktu pengeluaran dilakukan. Terbuat dari kuningan.

Gambar 2.10 Tang elektroda

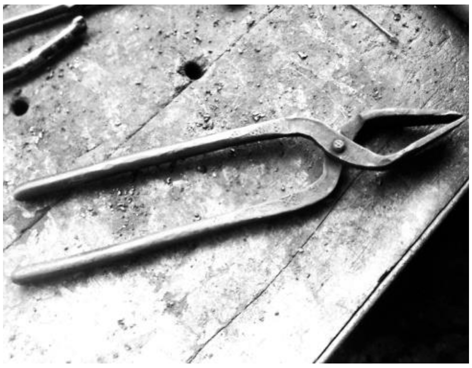
2.2.1.5. Tang Massa

Tang ini dijepit pada benda kerja untuk menghubungkan arus listrik dari mesin ke benda kerja sehingga dapat terjadi loncatan elektroda ke tang massa.

Gambar 2.11 Tang massa

2.2.1.6. Tang Penjepit Benda kerja

Berguna untuk memegang benda kerja sehingga dapat dipindah tempatnya yang tidak mengganggu kesehatan badan karena panasnya benda kerja.



Gambar 2.12 Tang penjepit benda kerja

2.2.1.7. Palu Terak

Untuk membersihkan rigi-rigi las dari terak yang menutupi hasil pengelasan.

Gambar 2.13 Palu Terak

2.2.1.8. Topeng Pelindung

Untuk melindungi mata dari sinar las dengan warna topeng coklat atau hitam.

Gambar 2.14 Topeng pelindung

2.2.1.9. Sarung Tangan

Berfungsi untuk menjaga tangan agar tidak terkena panas dari benda kerja setelah di las, atau menjaga agar tidak aliran listrik.

Gambar 2.15 Sarung tangan

2.2.2. Elektroda

Bagian terpenting dalam las busur listrik adalah elektroda las. Jenis elektroda yang dipergunakan akan menentukan hasil pengelasan sehingga sangat penting untuk mengetahui sifat dan jenis dari masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan elektroda yang tepat. Macam-macam jenis elektroda sangat banyak.Berdasarkan selaput pelindungnya elektroda dibedakan menjadi dua macam yaitu elektroda polos dan elektroda terbungkus.

Elektroda terbungkus terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Selaput yang ada pada elektroda jika terbakar akan menghasilkan CO^2 yang berfungsi untuk melindungi cairan las, busur listrik dan

sebagian benda kerja dari udara luar. Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 – 7 mm, dengan panjang antara 350 smpai 450 mm.

Tipe elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah RD 260 AWS A5.1 E6013 JIS Z 3211 D 4313 tipe hight titania ukuran .Untuk kode yang diberikan pada tipe elektroda tersebut diatas yaitu huruf “D” yang diikuti oleh empat angka dibelakangnya.

Untuk arti masing-masing kode elektroda adalah :

a) Untuk huruf D : Menyatakan elektroda untuk las busur listrik
b) Untuk angka 43 : Menyatakan nilai tegangan tarik minimum hasil pengelasan yaitu ≥ 43 kg/mm^2.
c) Untuk angka 1 : menyatakan posisi pengelasan, angka 1 dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.
d) Untuk angaka 3 : Menyatakan elektroda dengan penembusan dangkal dan bahan dari selaput titania.

Dinegara-negara industri elektroda terbungkus sudah distandarisasi berdasarkan pengguanaannya.Di Jepang misalnya elektroda las terbungkus untuk baja, kekuatannya telah distandarkan berdasarkan standar Jepang (JIS).Untuk standar Amerika Serikat (ASTM) berdasarkan pada standar asosiasi las Amerika (AWS).

Standarisasi elektroda, baik dalam JIS maupun ASTM didasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las. Walaupun dalam memberikan symbol agak berbeda antara kedua system standar tersebut

tetapi pada dasarnya adalah sama. Sebagai contoh missal huruf D dalam JIS dan huruf E dalam ASTM menunjukkan elektroda yang dipakai adalah elektroda terbungkus, kedua angka pertama menunjukkan kekuatan terendah dari logam las, hanya dalam JIS memakai satuan kg/mm^2 dan ASTM menggunakan satuan psi. sedangkan dua angka terakhir menunjukan jenis fluks yang dipakai dan posisi pengelasan.

Macam-macam standar keperluan elektroda yang disusun oleh American Welding Society (AWS) dan American Society for Testing Material (ASTM), misalnya: E6010, E7010, E6013 dan lain-lain dimana masing-masing memiliki arti tertentu misalnya E6010:

a) E menyatakan elektroda / *elektrik welding*
b) Dua angka setelah E menyatakan kekuatan tarik defosit las dalam ribuan dengan $1b/in^2$
c) 1 menyatakan posisi pengelasan, yaitu:
   - Angka (1) untuk pengelasan segala posisi,
   - Angka (2) untuk pengelasan posisi datar dan bawah tangan.
d) Angka ke empat setelah E menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

2.2.2.1. Jenis-Jenis Fluksi Elektroda

Bahan untuk selaput fluksi elektroda tergantung pada kegunaannya, yaitu antara lain selulosa, kalium karbonat, tintanium dioksida, kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, besi silikon,

besi mangan dan sebagainya, dengan persentase yang berbeda-beda untuk setiap elektroda.

2.2.2.2. Tebal Selaput

Tergantung dari jenisnya, tebal selaput elektroda antara 10% sampai 50% dari diameter elektroda. Pada waktu pengelasan selaput elektroda ini akan ikut mencair dan menghasilkan gas CO2 yang melindungi cairan las, busur listrik, dan sebagian benda kerja terhadap udara luar. Udara luar yang mengandung O2 dan N akan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari logam las. Cairan selaput yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas.

2.2.2.3. Memilih besar arus listrik

Besarnya arus listrik untuk pengelasan tergantung pada ukuran diameter dan macam-macam elektroda las.

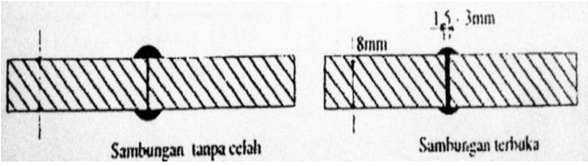
Tabel 2.2. Besar arus dalam ampere dan diameter (mm)

Diameter elektroda dalam mm	Tipe elektroda dan besarnya arus dalam ampere					
	E 6010	E 6014	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,5		80-125	70-100	100-145		
3,2	80-120	110-160	115-165	140-190	125-185	140-190
4	120-160	150-210	160-220	180-260	180-240	180-250
5	160-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-305
5,5		260-340	260-340	275-285	250-350	275-365
6,3		330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
8		390-500	375-470			

2.2.3. Sambungan Las

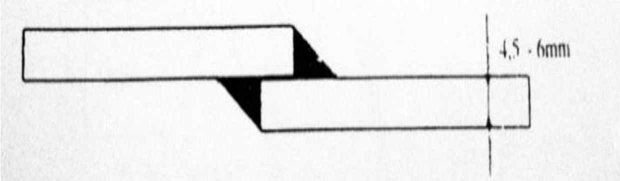
Pengelasan las listrik mempunyai bermacam-macam jenis sambungan, yaitu sambungan I, sambungan V, ½ V, sambungan X, dan ½ X, sambungan sudut luar dan sambungan tumpang.

- Sambungan ujung kampuh I



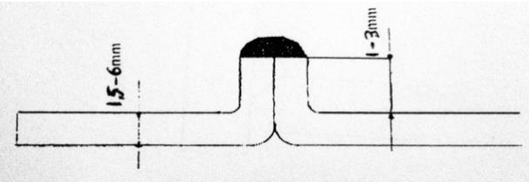
Gambar 2.16 Sambungan Kampuh

- Sambungan tumpang



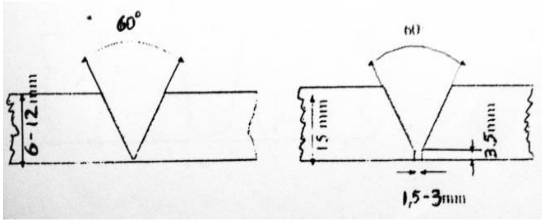
Gambar 2.17 Sambungan Tumpang

- Sambungan tepi



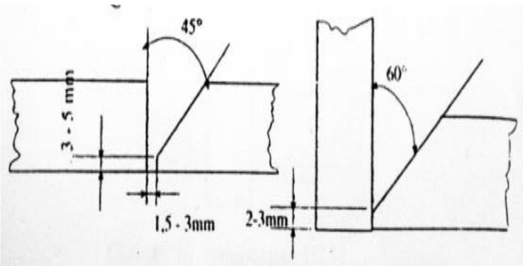
Gambar 1.18 Sambungan Tepi

- Sambungan V



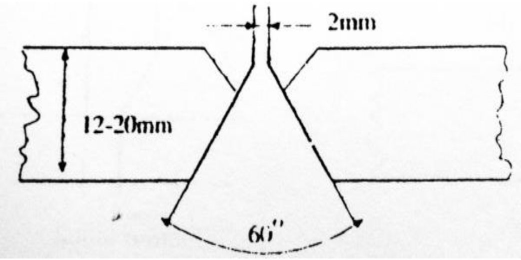
Gambar 2.19 Sambungan V

- Sambungan ½ V



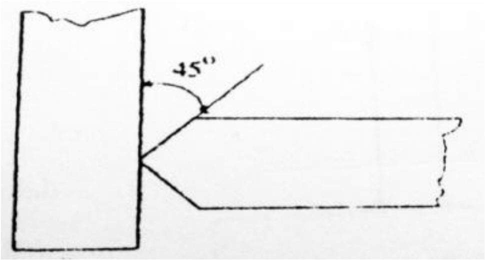
Gambar 2.20 Sambungan ½ V

- Sambungan X



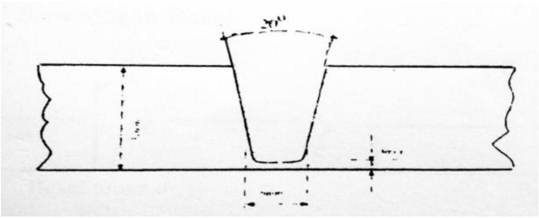
Gambar 2.21 Sambungan X

- Sambungan ½ X



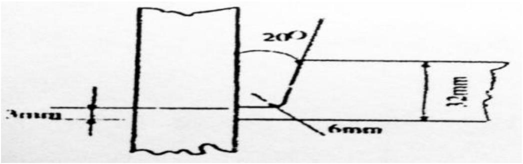
Gambar 2.22 Sambungan ½ X

- Sambungan U



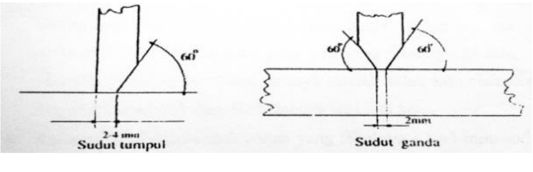
Gambar 2.23 Sambungan U

- Sambungan ½ U



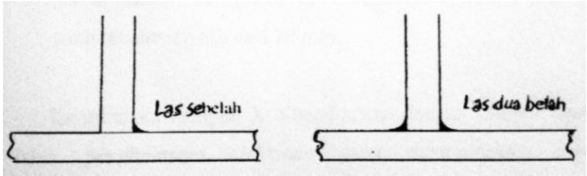
Gambar 2.24 Sambungan ½ U

- Sambungan sudut



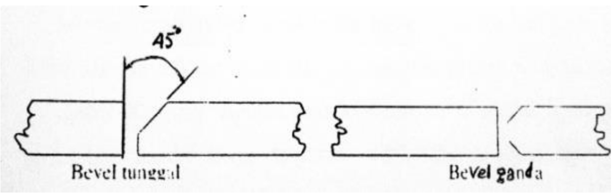
Gambar 2.25 Sambungan Sudut

- Sambungan T



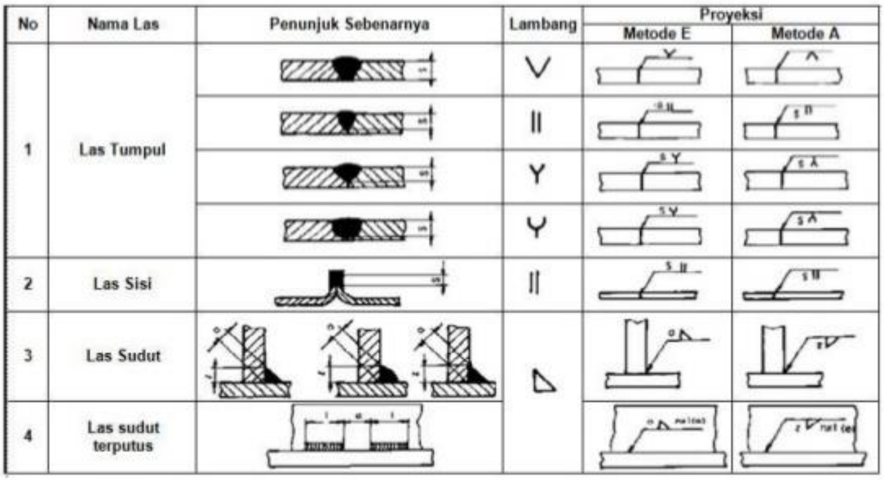
Gambar 2.26 Sambungan T

- Sambungan bevel



Gambar 2.27 Sambungan Bevel

- Tanda dan simbol pengerjaan pengelasan



No	Nama Las	Penunjuk Sebenarnya	Lambang	Proyeksi	
				Metode E	Metode A
1	Las Tumpul		V		
			II		
			Y		
			Y		
2	Las Sisi		II		
3	Las Sudut		◺		
4	Las sudut terputus				

Gambar 2.28 Simbol-simbol pengerjaan pengelasan

Berbagai macam bentuk kampuh sambungan di atas dimaksudkan untuk mengelas bentuk sambungan yang berbeda, dan untuk memperoleh kekuatan sambungan berhubung dengan kondisi bahan serta bentuk benda kerja yang disambung:

- Sambungan bentuk I dipakai untuk plat tipis yang tebalnya sekitar 3-8 mm.
- Las V dipergunakan untuk bahan plat yang tebal sekitar 3-28mm.
- Kampuh ½ V dibuat jika salah satu bagian yang akan disambung tidak boleh diubah bentuknya. Bilamana las V tertutup maka boleh dipakai pada plat yang tebalnya 28 mm, disni kita perlukan las lawan, artinya setelah salah satu sisinya di las, maka kita balik dan sebelahnya lagi kita las.
- Kampuh X dipakai untuk bahan yang tebalnya 12-45 mm, sudut kampuh biasanya 60^0. Pada kampuh X ini ada sudut lancip dan ada sudut tumpul, ini dipakai untuk tebal plat yang 12-20 mm (sudut lancip) dan untuk sudut tumpul digunakan pada bahan yang tebalnya lebih dari 20 mm.

Keuntungan kampuh X dibandingkan dengan kampuh bentuk V adalah penghematan elektroda yang digunakan. Sehingga pemakaian aliran listrik berkurang dan penyusutan yang sama di dalam bentuk sambungan. Dalam pekerjaan pendahuluan kampuh X agak memakan biaya yang mahal sedikit dibanding dengan kampuh V, karena

pengelasannya harus bolak balik beberapa kali pada kedua belah sisi permukaan untuk memperoleh penyusutan yang sama.

Tebal plat yang dipakai pada kampuh ½ V adalah 3 sampai 28 mm dan benda kerja terpaksa tidak dapat dibaliknya. Pada sambungan kampuh ½ X ternyata mendapat kesukaran untuk memperoleh sambungan yang baik dan kuat dissebabkan oleh pembakaran yang kurang baik, juga karena benda kerja yang berlainan ukurannya dimana yang satu runcing dan yang lain tebal. Pada kampuh bentuk U dipakai untuk sambungan yang menerima beban berat dan plat yang tebalnya 32 mm, untuk ½ U berisi satu dipergunakan bagi plat yang tebalnya 20 mm sampai 40 mm, dan untuk ½ U berisi dua dipakai untuk tebal plat 40 mm sampai 70 mm.

2.2.4. Prinsip Kerja Las Busur Listrik

Pengelasan dengan las busur listrik merupakan pelelehan dengan nyala bususr listrik, yang diperoleh dengan cara mendekatkan olektroda las kebenda kerja pada jarak beberapa millimeter, sehingga terjadi aliran arus listrik dari elektroda kebenda kerja karena adanya perbedaan tegangan antara elektroda danbenda kerja. Jarak antara elektroda dan benda kerja disebut dengan panjang busur nyata.Suhu busur ini bisa mencapai 5000^{O}C, sehingga mampu melelehkan elektroda dan benda kerja untuk membentuk paduan.

2.2.5. Las Asetilin

Asetilin diperoleh lewat reaksi kimia dalam bentuk gas, yang dilapangan lebih dikenal dengan istilah las karbit.Karena berbentuk gas, maka *asetilin* memerlukan perlakuan khusus, terutama dalam penyimpanan dan penggunaannya.Agar lebih fleksibel dalam penggunaannya gas *asetilin* disimpan dalam tabung, yang dapat dipindah-pindah dan mudah penggunaannya.*Asetilin* tidak berwana dan tidak berbau.*Asetilin* merupakan gas mudah terbakar atau meledak akibat kenaikan tekanan dan temperature. Terbakarnya atau meledaknya *asetilin* juga sangat mungkin disebabkan oleh yang lain misalnya kotoran *katalisator*, kelembaban, sumber-sumber penyalaan, kualitas tabung tempat penyimpanan yang tidak baik seperti pengelasan sambungan tabung yang tidak baik atau bahan yang tidak kuat menahan tekanan kerja.

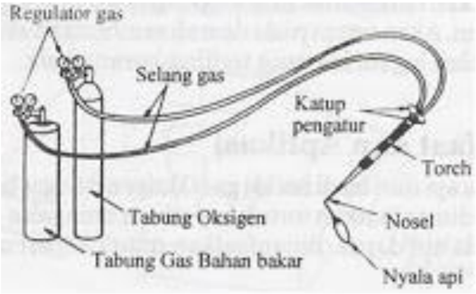
Karena lasan-alasan tersebut maka tekanan kerja pembangkit gas *asetilin* hanya diijinkan sampai pada tekanan 1,5 kg/cm^2. penyimpanan gas *asetilin* kedalam tabung-tabung baja dilakukan dengan tekanan kerja lebih dari 2 kg/cm^2. temperature kritis untuk gas *asetilin* yaitu sebesar 39,5 ^{O}C. Gas ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan gas bahan bakar lain. Kelebihan yang dimiliki gas asetilin antara lain menghasilkan temperatur nyala api lebih tinggi dari gas bahan bakar lainnya, baik bila dicampur dengan udara atau oksigen.

Tabel 2.3. Temperatur gas bahan bakar

Sifat	Gas Oksigen	Gas Bahan Bakar			
		Asetilin	Propane	Methan	Hidrogen
Rumus Kimia	O_2	C_2H_2	C_3H_3	CH_4	H_2
Massa Jenis (kg/m^3)	1	1,17	1,88	0,67	0,09
Titik Didih (^0C)	-183	-84	-42	-162	-253
Temp. Kritis (^0C)	-	35	97	-82	-240
Temp. nyala Api (^0C)	-	2325	1925	1875	2045
Temp. Nyala Api (^0C)	-	3150	2850	2750	2850

Jika gas asetilin digunakan sebagai gas pencampur maka sering kali proses pengelasan diisebut dengan las karbit. Gas asetilin ini sebenarnya dihasilkan dari reaksi batu kalsium KARBIDA (karbit).

Untuk dapat melakukan pengelasan dengan cara las gas, diperlukan peralatan seperti tabung gas oksigen dan ttabung gas asetilin, katup tabung, regulator, selang gas dan brander. Kedua gas oksigen dan asetilin keluar dari masing-masing tabung dengan tekanan tertentu, mengalir menuju brander melalui regulator dan selang gas. Setelah sampai di brander kedua gas tercampur dan akhirnya keluar dari ujung nozel brander. Dengan bantuan pematik api, campuran gas yang keluar dari ujung nozel membentuk nyala api dengan intensitas tertentu.



Gambar 2.29 Perlengkapan pengelasan las asetilin

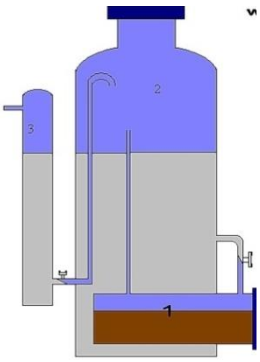
Dalam setiap intalasi las karbit terdapat bagian-bagian utama, yaitu zat asam/ oksigen, tangki pembentuk gas asetilin, brander yang digunakan sebagai pembakar yang kemudian dihubungkan dengan slang pipa ke dalam dua tabung tersebut diatas. Selain perlengkapan tersebut, masih diperlukan peralatan seperi korek api, sikat kawat, palu terak, alat penjepit, batang las (kawat las), kaca mata las, sarung tanggan dan pakaian kerja las.

Beberapa perlengkapan las karbit:

2.2.5.1. Tangki Pembentuk Gas Karbit

Generator jenis ini banyak digunakan oleh tukang las karena penggunaanya yang mudah. Tangki ini biasa disebut generatir sistem tetes.

Gas asetilin adalah gas yang berasal dari karbit yang bila dimasukkan ke dalam air, gelembung-gelembung gas karbit atau asetilin dari dalam air naik ke permukaan air. Gas asetilin tidak berwarna, mudah terbakar dan baunya menyengat.



Keterangan gambar:

1. Ruang pembakaran karbit
2. Ruang pendingin dan penampung gas karbit
3. Ruang pengaman

Gambar 2.30 Tangki gas karbit

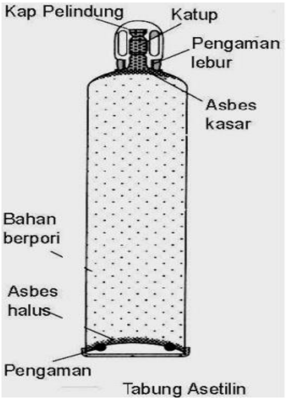
2.2.5.2. Tabung Gas Asam

Tabung ini dibuat dari baja karbon dengang tutup dilengkapi katup balik. Apabila katup tersebut dibuka maka seluruh gas ke regulator akan terbuka. Berisikan gas asam atau oksigen dengan tekanan mencapai 150 kg/l cm^2. Warna cat tabung adalah biru, hijau atau abu-abu.

Gambar 2.31 Tabung gas asam

2.2.5.3.Botol Asetilin

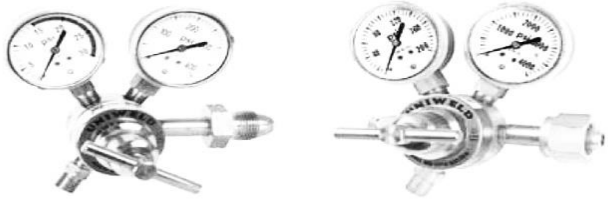
Warna cat botol asetilin umumnya berwarna merah. Tabung ini sebagai pengganti apabila pada suatu bengkel las tidak digunakan tangki pembangkit las karbit.



Gambar 2.32 Botol asetilin

2.2.5.4. Regulator

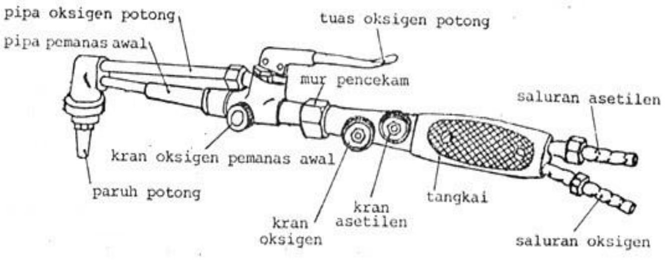
Adalah alat untuk menurunkan dan mengatur tekanan isi menjadi tekanan kerja yang besarnya sesuai dengan kehendak tukang las yang bekerja disuatu bengkel. Pada regulator terdapat dua macam manometer pengatur tekanan gas, yaitu manometer tekanan isi dan manometer tekanan kerja.



Gambar 2.33 Regulator

2.2.5.5. Brander

Adalah alat untuk mencampur asetilin dan zat asam serta mencampur pengeluaran gas campur tersebut ke mulut pembakar.

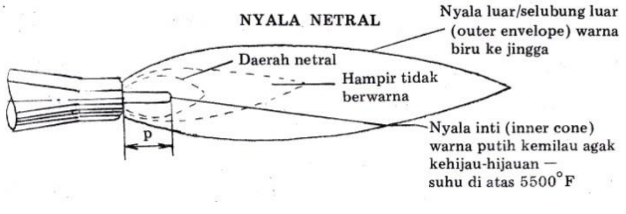


Gambar 2.34 Brander

Pada ujung brander inilah keluar nyala api. Nyala api dpat digolonggkan menjadi tiga macam keadaan yang fungsinya berlainan, yaitu:

2.2.5.5.1. Nyala Api Netral

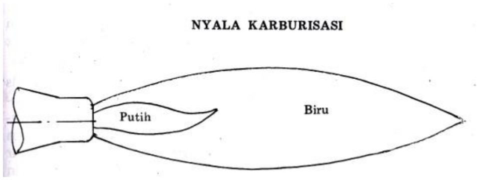
Nyala api ini sering digunakan untuk las baja, baja tahan karat,tembaga dan aluminium.



Gambar 2.35 Nyala api netral

2.2.5.5.2. Nyala Api Karburasi

Adalah nyala kelebihan asetilin, nyala api ini digunakan untuk proses pelapisan keras permukaan dan patri keras, banyak sedikitnya asetilin ditentukan oleh panjangnya nyala ekor.



Gambar 2.36 Nyala api karburasi

2.2.5.5.3. Nyala Api Oksidasi

Adalah nyala yang kelebihan zat asam. Hal ini digunakan bila mengelas kuningan atau patri keras dengan kawat las kuningan atau perunggu.

Gambar 2.37 Nyala api oksidasi

2.2.5.6. Selang Las

Untuk menghubungkan silinder atau botol pada kedua gas tersebut ke brandernya maka dipakai suatu selang yang terbuat dari karet tiga atau empat lapis yang diperkuat terhadap tekanan gas.

Gambar 2.38 Selang las

2.2.5.7.Bahan Pengisi

Bahan pengisi (kawat) sebagai bahan tambahan yang diperlukan untuk pengelasan dengan asetilin apabila dibutuhkan bahan tambahan untuk menjadikan hasil pengelasan yang baik dan kuat.

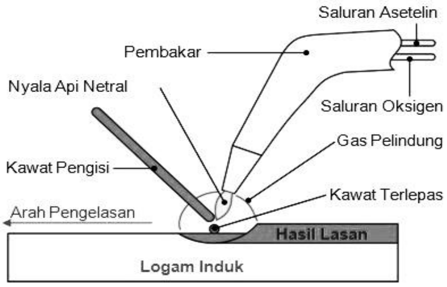
Jenis kawat las yang biasa diguanakan pada pengelasan asetilin adalah kawat las tanpa pelindung oksidasi (Bare Welding Rod)

Tabel 2.4.kawat las tanpa pelindung Oksidasi jenis logam baja

Tipe	**Kuat tarik Minimum (ksi)**	**Pemuluran**
RG 65	67	16
RG 60	60	20
RG 45	45	-

Penggunaan kawat las GR 65, RG 60, RG 45 memerlukan nyala api jenis netral atau nyala dengan nyala asetilin sedikit dibanding gas oksigen (nyala oksidasi). Karena tidak adanya perlindungan oksidasi

(fluks), maka seringkali pengelasan disertai dengan pemakaian borak atau fluks lepas untuk mencegah terjadinya oksidasi berlebihan pada bahan las.



Gambar 2.39 Bahan pengisi

2.2.5.8.Korek Api Las

Untuk menyalakan brander akan mulai mengelas biasanya digunakan api yang berasal dari korek api las.

Gambar 2.40 Korek api las

2.2.5.9.Kaca Mata Las

Lensa kaca mata tidak boleh terlalu gelap atau terlalu terang. Berguna untuk melindungi mata terhadap radiasi sinar ultrviolet dan infra merah, melindungi mata terhadap sinar tajam dan menyilaukan serta melindungi mata terhadap percikan bahaya bunga api.

Gambar 2.41 Kaca mata las

2.2.5.10. Pakaian Kerja, Sepatu Las, Sarung Tangan

Pakaian kerja berguna untuk melindungi badan dari percikan api, sepatu berguna untuk melindungi kaki dari barang panas dan sarung tangan juga untuk melindungi tangan dari benda panas.

Gambar 2.42 Pakaian kerja

2.2.6. Prinsip Kerja Las Asetilin

Pengelasan dengan las asetilin merupakan pelelehan dengan nyala api yang diperoleh dengan cara penyampuran antara gas asetilin dengan oksigen dan api sebagai media panas. Penyampuran gas dilakukan didalam brander pengelasan, dengan cara pengaturan nyala api pada katup-katup

dibrander. Komposisi penyempurnaan dapat di sesuaikan dengan nyala api yang dihasilkan.

2.2.7. Metalurgi Bahan

Metalurgi adalah ilmu khusus untuk mempelajari bahan–bahan logam, sifat logam dan struktur logam.Dimana ilmu logam ini bukan atas dasar teori saja melainkan atas dasar pengamatan, penelitian, pengujian.Inti sari dari metalurgi sendiri adalah mempelajari hubungan antara struktur suatu paduan dengan sifat–sifatnya dan kemudian menggunakan pengetahuan itu untuk mengubah sifat mekaniknya yang dipengaruhi oleh setrujtuur tersebut melalui modifikasi struktur.

Dengan cara ini bahan akan didapatkan dengan sifat yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan teknologi modern yang khususnya di dunia permesinan yang mengalami perkembangan pesat. Untuk mengetahui kualitas suatu logam perlu dilakukan suatu pengujian logam, pengujian ini berkaitan dengan pemilihan bahan yang akan digunakan dalam suatu rancangan atau konstruksi. Selain itu juga di gunakan untuk menentukan benar tidaknya seuatu teori yang telah ada.

2.2.7.1.Sifat Fisik dan Mekanis

Mengadakan penelitian sifat-sifat fisik suatu logam sangat penting untuk mempelajari struktur mikro logam.Sifat-sifat fisik suatu logam

meliputi kerapatan (densitas), sifat-sifat termal, konduktivitas listrik, dan sifat magnetik.

Penguji mekanik yang biasa dilakukan seperti uji trik, kekerasan, impact (benturan), creep (pemuluran) dan fatigue (kelelehan) bertujuan untuk memeriksa kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan suatu standar spesifikasi. Sifat-sifat mekanik meliputi kekuatan tarik, kekerasan, keuletan, ketangguahan dan kelelehan.

2.2.7.1.1. Kekuatan (*strength)*

Menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam tergantung pada jenis beban yang bekerja yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi dan kekuatan lengkung. Yang akan dibahas selanjutnya hanya kekuatan tarik dan kekuatan lengkung (bending).

2.2.7.1.2. Kekuatan Tarik (*tensile strength*)

kekuatan tarik (ultimate tensile strength) adalah kemampuan suatu bahan terhadap beban tarik, sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan Rumus:

Tegangan:

$\sigma_u = \frac{F_{max}}{A_0}$ (N/mm^2)

Dimana:

σ_u = Kekuatan tarik (N/mm^2)

F_{max} = Beban maximum (N)

A_0 = Luas penampang asal (mm^2)

Regangn:

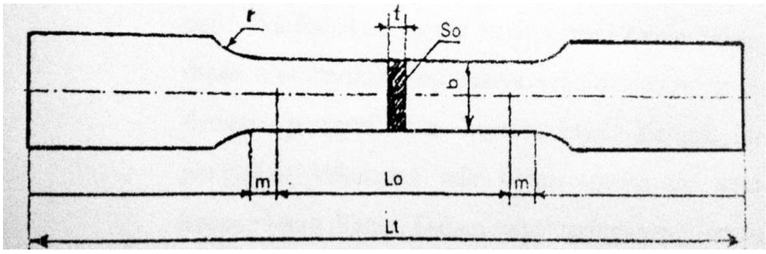
$$E = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\%$$

Dimana:

L_0 = panjang mula dari batang uji

L = panjang batang uji yang dibebani

(Teknologi Pengelasan Logam, Hal:181)



Gambar 2.43 Kekuatan tarik

Modulus elastisitas sering disebut sebagai Modulus Young yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis, sehingga modulus elastisitas menunjukkan

kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembali lagi kebentuk semula bila diberi beban.

Rumus :

$$\text{Modulus Elastisitas} = \frac{tegangan}{regangan}\ atau\ E\,\frac{\sigma}{e}$$

2.2.7.1.3. Kekuatan Lengkung (*bending*)

Pengujian lengkung/lentur terbagi dua yaitu pengujian lentur beban dan pengujian lentur perubahan bentuk. Pengujian lentur beban diperuntukkan untuk bahan besi cor sedangkan pengujian lentur pengubahan bentuk adalah untuk bahan baja roll. Pengujian lentur pengubahan bentuk bertujuan mengetahui adanya cacat dan retakan pada permukaan bahan yang diuji terseebut. Juga dapat untuk mengetahui mampu deformasi pada ukuran dan radius lentur tertentu sampai sudut lentur tertentu dengan diberi beban tertentu. Cara ini sering dilakukan pada bahan plat untuk menentukan mampu bentuk atau kekuatan sambungan las. Pada pengujian lengkung beban dapat diketahui, antara lain tegangan. Untuk menghitung tegangan lengkung adalah:

$\sigma\ell = \frac{ML}{WL}$ (N/mm^2)

Dimana:

$\sigma\ell$ = kekuatan lengkung (N/mm^2)

ML = momen lengkung (N/mm)

WL = momen tahan (mm^3)

(Sudarto,2010)

2.2.7.1.4. Impact

Material mungkin mempunyai kekuatan tarik tinggi tetapi tidak tahan dengan beban kejut.Untuk menentukannya perlu diadakan pengujian *impact*.Ketahanan impact biasanya diukur dengan metode Charpy atau Izood yang bertakik maupun tidak bertakik.Pada pengujian ini, beban diayun dari ketinggian tertentu untuk memukul benda uji, yang kemudian diukur energi yang diserap oleh perpatahannya.

Impact test merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk menguji ketangguhan suatu specimen bila diberikan beban secara tiba-tiba melalui tumbukan.Ketangguhan adalah ukuran suatu energi yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu bahan yang diukur dari luas daerah dibawah kurva tegangan regangan.Suatu bahan mungkin memiliki kekuatan tarik

yang tinggi tetapi tidak memenuhi syarat untuk kondisi pembebanan kejut.Suatu paduan memiliki parameter ketangguhan terhadap perpatahan yang didefinisikan sebagai kombinasi tegangan kritis dan panjang retak.

Rumus :

$$W1 = G \times h1 \text{ (kg m)}$$

Atau dapat juga diselesaikan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$W1 = G \times \lambda(1-\cos \alpha) \text{ (kg m)}$$

dimana :

W1 = usaha yang dilakukan (kg m)

G = berat pendulum (kg)

h1 = jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m)

λ = jarak lengan pengayun (m)

$\cos \lambda$ = sudut posisi awal pendulum

2.2.7.2.Struktur Mikro

Pada umumnya struktur mikro dari baja tergantung dari kecepatan pendinginannya dari suhu daerah austenit sampai ke suhu kamar. Karena perubahan struktur ini maka dengan sendirinya

sifat-sifat mekanik yang dimiliki juga berubah. **(Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, Prof. Dr. Toshie Okumura, 1979, Hal:43).**

Pada spesimen las metalografi yang diamati adalah pada parent metal, daerah HAZ, dan weld metalnya.Suatu logam mempunyai sifat mekanik yang tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknyapun akan berbeda. Ini tergantung pada proses pengerjaan dan proses perlakuan panas yang diterima selama proses pengerjaan. Pengamatan struktur mikro dapat menggunakan mikroskop.

Rumus: $\sigma_y = \sigma_f + K . D^{-1/2}$

Dimana : σ_y = batas luluh

σ_f = tegangan friksi

K = konstanta

D = besar butir

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Pengujian dilaksanakan di Laboratumrium guna memperoleh data tentang pengaruh hasil pengelasan las Listrik dan las Asetilin.

3.1. Dimensi Benda Uji

Untuk melakukan pengelasan diperlukan adanya persiapan bahan sebagai berikut:

1. Plat bordes dengan ukuran 150 mm x 50 mm x 3 mm sebanyak 24 buah, 12 buah untuk dilas dengan las listrik sedangkan 12 buah lagi dilas dengan las asetilin.
2. Elektroda terbungkus RD 260 AWS A5.1 E6013 JIS Z 3211 D4313 tipe *Hight Titania* ukuran Ø2,6 x 350 mm, *current range* 60-110 A
3. Batu gerinda sebanyak 4 (empat buah)
4. Mesin gerinda 3500 RPM
5. Mesin las
6. Kawat las asetilin bahan St 37 tipe G1 DIN 8554 Ø3 Autogeen Lasdraad Verkoperd.

7. Nyala api netral
8. Oksigen
9. Asetilin/karbit
10. Brander las

3.2. Bentuk Sambungan

Bentuk sambungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah I terbuka.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

3.3.1. Waktu Penelitian

Penelitan ini dilaksanakan pada 17 Februari 2017 sampai 28 Februari 2017.

3.3.2. Tempat Penelitian

1. Laboraturium pengujian bahan dan metrologi Politeknik Negeri Pontianak.
2. Laboraturium teknik mesin fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

3.4. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian **(Suharsimi,2002).** Populasi dalam penelitian ini adalah semua hasil pengelasan material plat Bordes dengan las listrik menggunakan elektroda E6013 dan las asetilin.

Sampel sebagian data atau wakil dari populasi yang akan diteliti **(Suharsimi,2002)**. Sampel dalam penelitian ini adalah hasil pengelasan

material plat bordes dengan las listrik menggunakan elektroda E6013 dan las asetilin. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 24 buah .

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Persiapan Penelitian

1. Persiapan bahan

   Bahan yang diperlukan adalah plat bordes dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 50 mm, tebal 3 mm. Elektroda dan kawat las.

2. Persiapan alat-alat

   - Mesin uji tarik dan uji lengkung (*bending*)

Merek	: Cesare Galdabini
Tipe	: PM 10 No. 32914
Beban maksimum	: 50 KN
Buatan	: Italia
Tipe *Electric Dynamometre*	: Del-1 No. 32915

   - Mesin uji impak J.T.M. Technology C., Ltd.
   - Alat uji struktur mikro

Merek	: Inverted Metallurgical Microscope
Tipe	: TMM4XC No. 1319228

3.6. Proses Pengelasan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah:

1. Memotong plat bordes dengan ukuran 75 mm x 50 mm sebanyak 48 (empat puluh delapan) buah.
2. Meluruskan permukaan plat dengan palu 0,5 kg hingga permukaan plat tersebut menjadi rata.
3. Meluruskan sisi kampuh yang akan dilas.
4. Mempersiapkan peralatan bantu las seperti kedok las, palu terak, sikat baja, tang panas, apron, sarung tangan las, sepatu proyek.
5. Benda kerja disimpan pada meja las dengan posisi dibawah tangan.
6. Elektroda disimpan disebelah meja las yang dipakai untuk mengelas benda kerja.
7. Mengatur ampere pada mesin las
8. Menghidupkan handel pada panel listrik.
9. Menghidupkan mesin las AC yang dipakai pada pengelasan 80 Ampere.
10. Pembantu las membersihkan benda kerja yang akan dilakukan pengelasan.
11. Tukang las mengelas catat kampuh sebanyak 2 (tiga) titik.
12. Membersihkan las catat yang ada pada benda kerja.
13. Tukang las melakukan pengelasan las listrik dan las asetilin sampai selesai.
14. Pembantu las mengambil foto.

15. Tukang las membersihkan terak las satu persatu dan didinginkan di udara terbuka.
16. Membersihkan rigi-rigi las dengan sikat baja yang dipersiapkan.
17. Proses perlakuan dari kedua jenis pengelasan listrik dan asetilin hampir tidak ada perbedaan dalam proses perlakuannya.

3.7. Hasil Pengelasan

Pengelasan dengan las asetilin dilakukan sebanyak 12 (dua belas) kali pengelasan untuk 12 (dua belas) sambungan. Untuk pengelasan listrik dilakukan 12 (dua belas) kali pengelasan untuk 12 (dua belas) sambungan, kemudian dibuang teraknya dan digerinda untuk meratakan permukaan lasnya supaya sama dengan permukaan bahan dasar yang dilas dan pengelasan dilakukan ***down hand position.***

3.8. Pembuatan Spesimen

- Pembantu las mengukur dan memotong plat yang sudah dilas hingga mendapat spesimen yang berukuran 150 mm x 50 mm x 3 mm sebanyak 12 (dua belas) buah pengelasan listrik, 150 mm x 50 mm x 3 mm sebanyak 12 (dua belas) buah pengelasan asetilin.
- Pembantu las menggerinda permukaan las (las listrik) satu persatu hingga rata dengan permukaan plat yang dilas tersebut sampai selesai.
- Pembantu las menandai masing-masing specimen yang siap dibawa ke tempat pengujian.

3.9. Metode Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode pengujian mekanik berupa uji Tarik, uji lengkung, *impact* dan struktur mikro.

3.9.1. Pengujian Tarik

1) Persiapan peralatan yang digunakan (*universal testing machine* dan perlengkapannya).
2) Ukur batang uji dan bagi panjang Lo menjadi 10 bagian yang sama.
3) Hidupkan mesin hidrolik dengan menekan "*pump on*" sehingga "*pump lump*" menyala.
4) Biarkan beberapa menit ($\pm$ 15 $menit$) sebagai pemanasan awal mesin.
5) Pasang batang uji pada penjepit (*clamping head*) dari mesin uji tarik, jika posisi dari penjepit tarik tidak tepat maka diatur dengan cara memutar tombol "*cros head adj*" untuk menaikan pada posisi "*up*" dan untuk menurunkan pada posisi "*down*".
6) Pasang *deal indicator* untuk mengamati pertambahan panjang selama proses pengujian.
7) Menentukan skala beban dan skala grafik pada roda disamping kiri dinamometer.
8) Memberikan beban tarik dengan cara memutar tombol "*speed control valve*" pada posisi "*load*".
9) Amati perubahan panjang pada *deal indicator* dan pertambahan gayanya pada dinamo meter.

10) Setelah benda uji putus :

- Lepaskan batang uji dari jepitan.
- Catat ukuran yang diperlukan.
- Turunkan *clamping head* pada posisi semula dengan memutar *speed control valve* secara perlahan sampai posisi awal.
- Matikan mesin hidrolik dengan menekan *Pump up*.

3.9.2. Pengujian Lengkung

1) Siapkan alat dan bahan.
2) Letakkan specimen pada matras bentuk U.
3) Nyalakan mesin bending.
4) Tekan bahan uji dengan cara menggerakkan hidrolik kebawah.
5) Setelah penekan dianggap cukup, gerakkan hidrolik keatas.

3.9.3. Uji *Impact*

Alat dan Perlengkapan :

1) Impak Machine beserta kelengkapannya.
2) Jangka sorong.
3) Notching Machine beserta kelengkapannya.
4) Gergaji dan kikir.
5) Modul, lembar kerja dan alat tulis.

Langkah Kerja

1. Siapkan dan periksalah benda kerja. Catatlah ukuran benda kerja dan jenis bahannya.

2. Buatlah alur (takik) pada benda kerja, tepat pada bagian tengah dengan ukuran yang sudah ditentukan menggunakan notching machine. Pengukuran alur menggunakan notch gauge.
3. Ukurlah panjang, diameter dan kedalaman takiknya.
4. Bukalah "*the safety lock key*".
5. Bukalah "*triggers*".
6. Rentangkan "the outer tup" dan "the inner tup".
7. Pasanglah benda kerja pada "*the V notch*".
8. Aturlah jarum dial pada angka nol.
9. Tarik "the spring loaded pin" sambil menghentakkan pada knop pelepas pada "*triggers*", sampai "outer tup" dan "inner tup" berayun.
10. Bacalah pada dial, besar energi yang diserap oleh batang uji (satuan dalam mKg).

3.9.4. Uji struktur mikro

1) Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pengujian struktur mikro.
2) Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pemeriksaan yang meliputi:
    - Pemotongan bahan uji
    - Penggrindaan halus dan kasar,
    - Pembingkaian

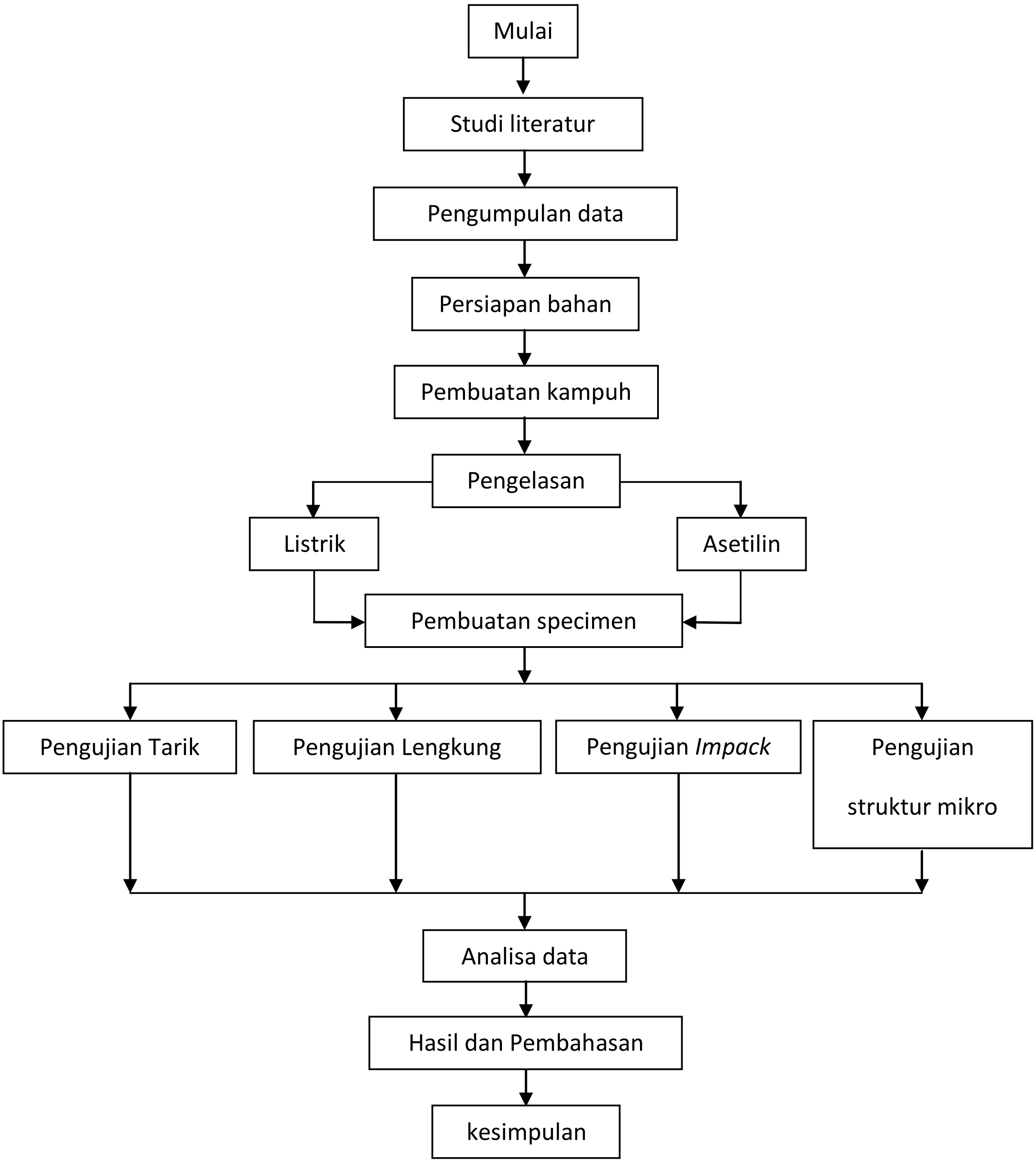
- Pengamplasan dengan menggunakan kertas amplas (SiC) grid 800, 1000, 1200 dan 2000.

3) Selanjutnya yaitu proses inti dengan melihat struktur mikro bahan uji dengan menggunakan mikroskop cahaya. Bahan yang sudah melewati proses pemeriksaan metalografi selanjutnya dipasang pada posisi obyek mikroskop. Mengatur lensa obyektif hingga benda uji terlihat jelas. Untuk pengaturan lensa okuler dilakukan setelah lensa obyektif benar-benar tepat. Yang terakhir yaitu melakukan pengaturan cahaya dengan lensa kondensor agar diperoleh daya pisah yang maksimum.

3.10. Analisa Data

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan cara mengolah data yang telah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data berupa angka-angka.

3.11. Diagram Alir Pengujian



Gambar 3.1. Diagram alir pengujian

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1. Hasil Uji Tarik

Nama Pengujian	: Pengujian Tarik
Judul Pengujian	: Pengujian Tarik untuk tebal Plat 3 (Tiga) mm
Data Bahan	:
Nama Bahan Uji	: Plat Bordes
Spesifikasi	: JIS G31010 SS400
Ukuran Benda Uji	: P = 150 mm, L = 50 mm, T = 3 mm
Data Pengujian	:
Hari, Tanggal & Tahun	: Jumat, 17 Februari 2017
Hasil Pengujian	:

Bahan Uji	**Luasan (A) (mm^2)**	**Gaya Tarik (F) (N)**	**Kekuatan Tarik (σ_{tr}) (N/mm^2)**
a. Sebelum dilas	150	29400	196,00
b. Las Listrik 1	150	24500	163,33
c. Las Listrik 2	150	25400	169,33
d. Las Listrik 3	150	25600	170,67
Rata-rata		**25167**	**167,78**
e. Las Asetilin 1	150	26400	176,00
f. Las Asetilin2	150	25900	172,67
g. Las Asetilin3	150	29800	198,67
Rata-rata		**27367**	**182,44**

Sumber: *Lembar Uji Kekuatan Tarik Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Pontianak. 2017*

4.1.2. Hasil Uji Lengkung (Bend Test)

Nama Pengujian : Pengujian Lengkung pengubahan bentuk

Judul Pengujian : Pengujian Lengkung untuk tebal plat 3 (Tiga) mm

Data Bahan :

Nama Bahan Uji : Plat Bordes

Spesifikasi : JIS G31010 SS400

Ukuran Benda Uji : P = 150 mm, L = 50 mm, T = 3 mm

Data Pengujian :

Hari, Tanggal & Tahun : Jumat, 17 Februari 2017

Hasil Pengujian :

Bahan Uji	**Momen Tahanan (Wp) (Mm^3)**	**Jarak Tumpu (L) (Mm)**	**Gaya Bengkok (F) (N)**	**Tegangan Bengkok (σb) (n/mm^2)**
a. Sebelum dilas	75	120	720,00	1152,00
b. Las Listrik 1	75	120	710,00	1136,00
c. Las Listrik 2	75	120	715,00	1144,00
d. Las Listrik 3	75	120	720,00	1152,00
Rata-rata			**715,00**	**1144,00**
e. Las Asetilin 1	75	120	600,00	960,00
f. Las Asetilin2	75	120	640,00	1024,00
g. Las Asetilin3	75	120	620,00	992,00
Rata-rata			**620,00**	**992,00**

Sumber: *Lembar Uji Kekuatan Lengkung Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Pontianak. 2017*

4.1.3. Hasil UjiBenturan *(Impact Test)*

Nama Pengujian : Pengujian Benturan

Judul Pengujian : Pengujian Benturan untuk tebal Plat 3 (Tiga) mm

Data Bahan :

Nama Bahan Uji : Plat Bordes

Spesifikasi : JIS G31010 SS400

Ukuran Benda Uji : P = 150 mm, L = 50 mm, T = 3 mm

Data Pengujian :

Hari, Tanggal & Tahun : Jumat, 17 Februari 2017

Hasil Pengujian :

Bahan Uji	Luasan (A) (mm^2)	Berat pendulum (Kg)	Energy (Joule)	Kekuatan (J/m)
a. Sebelum dilas	60	30,40	9239,80	75071,60
b. Las Listrik 1	60	30.40	9227,57	74460,10
c. Las Listrik 2	60	30,40	9200,44	73103,60
d. Las Listrik 3	60	30,40	9196,37	72925,10
Rata-rata			**9208,13**	**73496,27**
e. Las Asetilin 1	60	30,40	9207,90	73476,60
f. Las Asetilin2	60	30,40	9196,37	72925,10
g. Las Asetilin3	60	30,40	9223,40	74251,60
Rata-rata			**9209,39**	**73551,10**

Sumber: *Lembar Uji Benturan (impact test) Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Pontianak. 2017*

4.2. Pembahasan

4.2.1 Uji Tarik

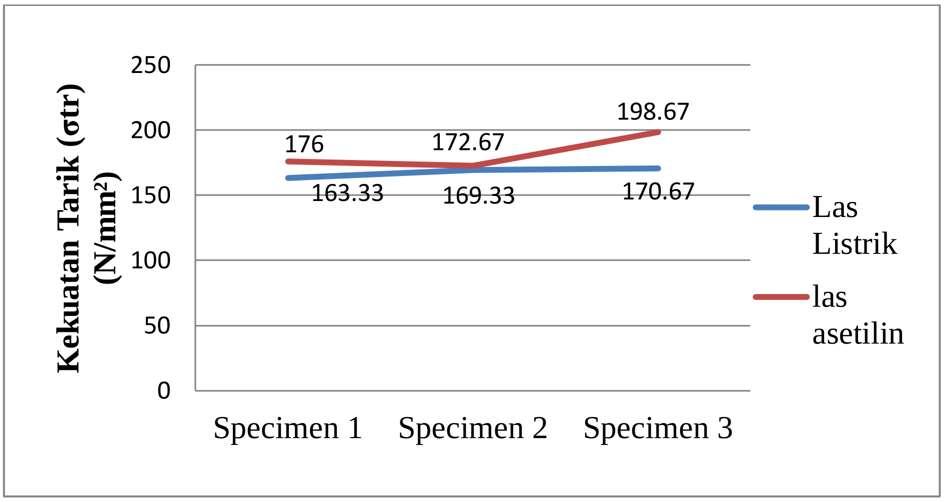
Berdasarkan hasil pengujian tarik yang dilaksananankan pada tanggal 17 Februari 2017 di Laboraturium Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Pontianak diperoleh hasil yang disusun berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik plat Bordes

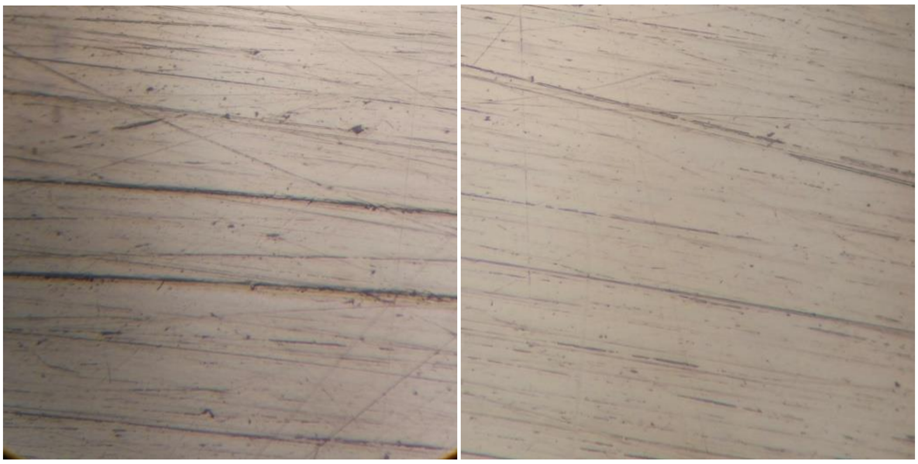
Bahan Uji	**Luasan (A) (mm^2)**	**Gaya Tarik (F) (N)**	**Kekuatan Tarik (σ_{tr}) (N/mm²)**
a. Sebelum dilas	150	29900	199,33
b. Las Listrik 1	150	24500	163,33
c. Las Listrik 2	150	25400	169,33
d. Las Listrik 3	150	25600	170,67
Rata-rata		**25167**	**167,78**
e. Las Asetilin 1	150	26400	176,00
f. Las Asetilin2	150	25900	172,67
g. Las Asetilin3	150	29800	198,67
Rata-rata		**27367**	**182,44**

Sumber: *Lembar Uji Kekuatan Tarik Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Pontianak. 2017*

Berdasarkan tabel di atas dapatlah disusun dalam bentuk diagram seperti tergambar dibawah ini:



Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian Tarik



(a) **(b)**

Gambar 4.2 Foto struktur mikro (a) las listrik dan (b) las asetilin

Berdasarkan tabel dan grafik hasil pengujian tarik dan perbandingan kekuatan tarik antara las listrik dan las asetilin yang penulis lakukan, dapat kita lihat bahwa kekuatan tarik las listrik pada plat bordes rata-rata lebih rendah nilainya dibanding kekuatan tarik las asetilin pada plat bordes. Kekuatan tarik maksimum pada plat bordes

dengan las listrik 170,67 N, dan kekuatan tarik terendah sebesar 163,33 N. Sedangkan plat bordes yang di las dengan las asetilin diketahui memiliki kekuatan tarik maksimal sebesar 198,67 N dan kekuatan tarik terendah sebesar 172,67 N.

Maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas yang terjadi pada plat bordes selama proses pengelasan dengan las listrik berpengaruh terhadap kekuatan tarik.Dalam hal ini berkurangnya kekuatan tarik pada plat bordes lebih disebabkan oleh perubahan bentuk akibat perlakuan panas pada pengelasan yang tidak sesuai karena las listrik lebih bagus digunakan untuk mengelas plat yang tebalnya 3 mm keatas. Sedangkan perlakuan panas yang terjadi pada plat bordes selama proses pengelasan dengan las asetilin menyebabkan bahan makin ulet karena dampak panasnya lebih luas sehingga ketangguhan yang dihasilkan semakin tinggi.

Terlihat pula dari pengujian struktur mikro pada logam las listrik terdapat banyak struktur butiran logam las yang belum terisi atau tidak beraturan dan banyak terdapat lubang, sehingga membentuk ketahanan yang kurang baik. Sedangkan pada pengujian struktur mikropada las asetilin jika diamati dari bentuk dan struktur butiran logam las pengisinya lebih padat danberaturan sehingga membentuk suatu ketahanan maksimum baik dalam bentuk kekerasan maupun keuletan pada material hasil yang diberikan perlakuan pengelasan.

4.2.2 Uji Lengkung (Bend test)

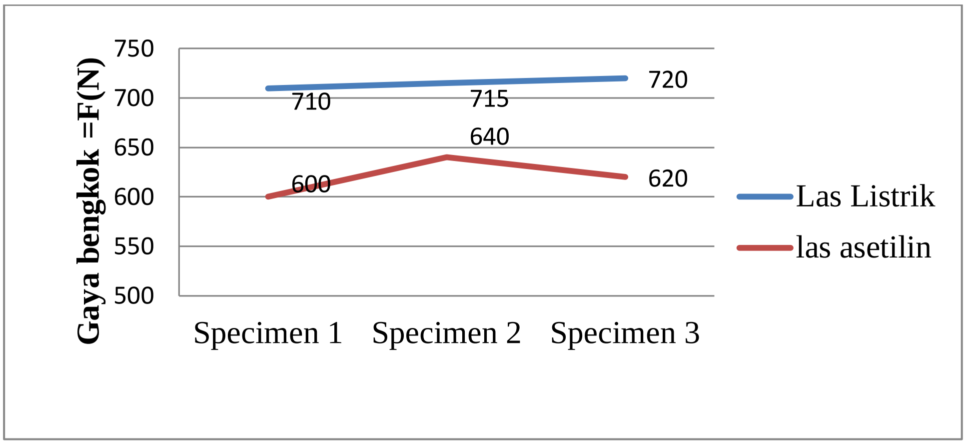
Berdasarkan hasil pengujian lengkung yang dilaksanankan pada tanggal 17 Februari 2017 di Laboraturium Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Pontianak diperoleh hasil yang disusun berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Uji Lengkung plat Bordes

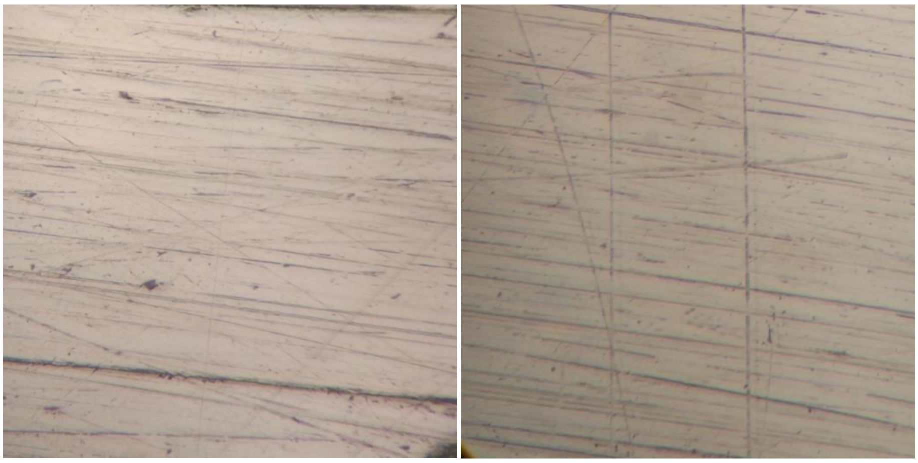
Bahan Uji	**Momen Tahanan (Wp) (Mm^3)**	**Jarak Tumpu (L) (Mm)**	**Gaya Bengkok (F) (N)**	**Tegangan Bengkok (σb) (n/mm^2)**
a. Sebelum dilas	75	120	740,00	1184,00
b. Las Listrik 1	75	120	710,00	1136,00
c. Las Listrik 2	75	120	715,00	1144,00
d. Las Listrik 3	75	120	720,00	1152,00
Rata-rata			**715,00**	**1144,00**
e. Las Asetilin 1	75	120	600,00	960,00
f. Las Asetilin2	75	120	640,00	1024,00
g. Las Asetilin3	75	120	620,00	992,00
Rata-rata			**620,00**	**992,00**

Sumber: *Lembar Uji Kekuatan Lengkung Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Pontianak. 2017*

Berdasarkan tabel di atas dapatlah disusun dalam bentuk diagram seperti tergambar dibawah ini:



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian Lengkung



(a) **(b)**

Gambar 4.4 Foto struktur mikro (a) las listrik dan (b) las asetilin

Berdasarkan tabel dan grafik hasil pengujian lengkung perubahan bentuk yang penulis lakukan, dapatlah kita lihat bahwa kekuatan bengkok las listrik pada plat bordes rata-rata lebih tinggi nilainya dibanding kekuatan bengkok las asetilin pada plat bordes. Nilai gaya bengkok maksimum pada plat bordes dengan las listrik memiliki nilai sebesar 720 N, dan nilai gaya bengkok terendah sebesar 710 N.

Sedangkan pada plat bordes dengan las asetilin nilai gaya bengkok tertinggi sebesar 640 N dan nilai gaya bengkok terendah sebesar 600 N.Maka dapat disimpulkan bahwa plat bordes yang di las denganlas listrik lebih baik digunakan untuk beban angkut.Terlihat pula dari pengujian struktur mikro pada logam las listrik terdapat banyak struktur butiran logam las yang tidak terisi dengan sempurna sehingga terdapat lubang akibat dari pendinginan yang terlalu cepat, sehingga membentuk ketahanan kurang maksimum dalam bentuk kekerasan.

4.2.3 Uji Benturan*(Impact test)*

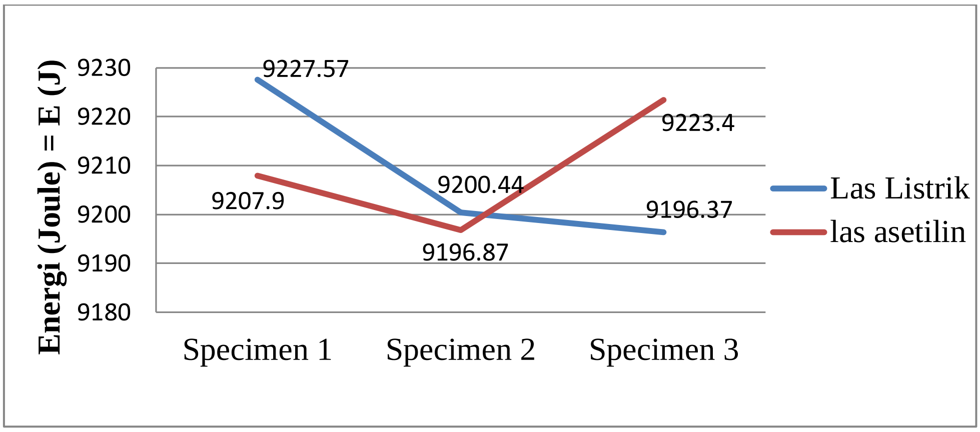
Berdasarkan hasil pengujian *impact* yang dilaksanankan pada tanggal 17 Februari 2017 di Laboraturium Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Pontianak diperoleh hasil yang disusun berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Uji Impact plat Bordes

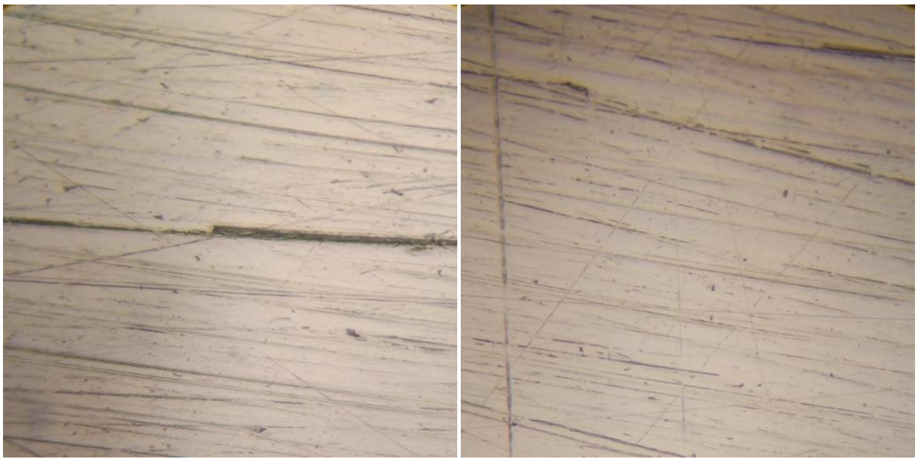
Bahan Uji	Luasan (A) (mm^2)	Berat pendulum (Kg)	Energy (Joule)	Kekuatan (J/m)
a. Sebelum dilas	60	30,40	9239,80	75071,60
b. Las Listrik 1	60	30.40	9227,57	74460,10
c. Las Listrik 2	60	30,40	9200,44	73103,60
d. Las Listrik 3	60	30,40	9196,37	72925,10
Rata-rata			**9208,13**	**73496,27**
e. Las Asetilin 1	60	30,40	9207,90	73476,60
f. Las Asetilin2	60	30,40	9196,37	72925,10
g. Las Asetilin3	60	30,40	9223,40	74251,60
Rata-rata			**9209,39**	**73551,10**

Sumber: *Lembar Uji Benturan (impact test) Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Pontianak. 2017*

Berdasarkan tabel di atas dapatlah disusun dalam bentuk diagram seperti tergambar dibawah ini:



Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian *Impact*



(a) **(b)**

Gambar 4.6 Foto struktur mikro (a) las listrik dan (b) las asetilin

Berdasarkan tabel dan grafik hasil pengujian *impact*yang penulis lakukan, bahwa energi *impact* las listrik pada plat bordes rata-rata lebih rendah nilainya dibanding energi *impact* las asetilin pada plat bordes.

Nilai energi maksimum pada plat bordes dengan las listrik memiliki nilai sebesar 9227,57 J, dan nilai energi terendah sebesar 9196,37 J. Sedangkan pada plat bordes dengan las asetilin nilai energi tertinggi sebesar 9223,40 J dan nilai energi *impact* terendah sebesar 9196,87 J.

Maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas yang terjadi pada plat bordes selama proses pengelasan dengan las asetilin menyebabkan bahan makin ulet karena dampak panasnya lebih luas sehingga ketangguhan yang dihasilkan semakin tinggi.Terlihat pula dari pengujian struktur mikro jika diamati dari bentuk dan struktur butiran logam beraturan atau logam las terisi sempurna sehingga membentuk suatu ketahanan maksimum baik dalam bentuk kekerasan maupun keuletan pada material hasil yang diberikan perlakuan pengelasan sehingga menahan rambatan retak yang terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.Kesimpulan

Dari hasil pengelasan listrik dan asetilin serta pengujian bahan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian tarik, nilai kekuatan tarik las asetilin secara rata-rata lebih besar dibandingkan dengan las listrik. Ini berarti dari segi ekonomis, las asetilin dapat menggantikan posisi las listrik dalam rangka penghematan energi.

Jenis las	**No. Spesimen**	**Kekuatan Tarik (σ_{tr}) (N/mm²)**
Las listrik	1	163,33
	2	169,33
	3	170,67
Las asetilin	1	176,00
	2	172,67
	3	198,67

2. Dari hasil pengujian bengkok, nilai beban bengkok las listrik secara rata-rata lebih besar dibandingkan dengan las asetilin. Ini berarti bahwa plat bordes yang di las dengan las listrik lebih baik untuk pemakaian kelenturan.

Jenis las	**No. Spesimen**	**Tegangan Bengkok (σb) (n/mm^2)**
Las listrik	1	1136,00
	2	1144,00
	3	1152,00
Las asetilin	1	960,00
	2	1024,00
	3	992,00

3. Pada pengujian benturan (impact test) ternyata nilai rata-rata las listrik dan las asetilin tidak jauh berbeda. Itu berarti bahwa las listrik dan las asetilin baik digunakan untuk beban kejut.
4. Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa pengelasan listrik dan pengelasan asetilin sama-sama mengalami perubahan struktur.

5.2.Saran

1. Pengelasan bahan atau benda kerja harus disesuaikan dengan bahan yang digunakan dengan arus listrik. Bahan kawat penambah dan elektroda yang digunakan harus sesuai dengan bahan yang akan di las.
2. Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada flux, karena hidrogen akan menyebabkan las-lasan menjadi berkualitas jelek.
3. Jika mengelas plat bordes dengan ketebalan maksimal 3 mm dan elektroda E6013 sebaiknya menggunakan arus dari 60 – 110 A.

Karena jika kurang maka penembusan yang terjadi akan kecil dan jika lebih dari 110 Ampere akan menyebabkan busur listrik yang terjadi tinggi sekali sehingga akan menyebabkan pencairan logam induk besar.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Duniawan, Sutrimo. *Jurusan Teknik Mesin Institut Sains & Teknologi AKPRIND* Yogyakarta Jl.Kalisahak no.28 Kompl. Balapan, Yogyakarta a) E-mail : Agusduniawan@gmail.com, Politeknik Bandung. Pengaruh Kecepatan Arus Pengelasan Dan Panas Masuk Terhadap Sifat Mekanis Logam Las Pada Pengelasan Saw Baja Karbon Astm A 29.

Dipo Wirarchi P, Ir. Yeyes Mulyadi, M.Sc, Ir. Heri Supomo, M.Sc, Mahasiswa teknik kelautan, Staf pengajar Jurusan Teknik Kelautan ITS, (3) Staf pengajar Jurusan Teknik Perkapalan ITS, *Analisa Pengaruh Multiple Repair Welding Pada Material Properties Weld Joint Material Pipa Astm A106 Gr.B Sch 80.*

Fisca Sunandar, Arif. 2012. *Perbedaan Karaktristik Hasil Pengelasan Metode GTAW Dan SMAW Terhadap Baja Tahan Karat 316L*.

Mayasari, Ratna. 2008. *Analisa Hasil Pengaruh Pengelasan Listrik Dan Asetilin Pada Plat Baja ST 37 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Serta Kekuatan Lengkung (Bending).* Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Pontianak.

Muku, I Dewa Made Krishna. 2009. *Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG)*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol. 3 No. 1, April 2009 (11-17).

Mukti, Dwi Atmaja, Rudy Poeng dan Tertius V. Ulaan. *Perbandingan Kekuatan Pengelasan Listrik Dengan Pengelasan Gas Pada Material Besi Siku Jis G3101*. Universitas Sam Ratulangi: Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 4 nomor 1.

Mukhsimin. 2010. *Analisa Sudut Pengelasan Terhadap Kekuatan Sambungan Las Busur Metal Manual*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Pontianak.

Pratama Putra, Dimas. 2011. *Analisa Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja Tahan Karat Feritik Dengan Variasi Arus Dan Elektroda.* Jurnal Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 2011.

Psifterer, Helmut. 1996. *Pengenalan Alat-Alat Kerja Teknik Logam*. Bandung: CV Angkasa.

Saripuddin M, Dedi Umar Lauw. 2013. *Pengaruh Hasil Pengelasan Terhadap Kekuatan, Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja ST 42*. Fakultas Teknik Universitas Islam Makassar email: shirua01@yahoo.co.id, ILTEK,Volume 8, Nomor 15, April 2013.

Setio P, Rendy, Tjuk Oerbandono dan Purnami. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia Email: setiorendy@gmail.com, *Pengaruh Kecepatan Pengelasan Dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Smaw Baja St 60.*

Sudarto. 2010. *Analisis Kekuatan Pengelasan MIG (GMAW) Dan Busur (SMAW) Pada Plat Baja ST. 37 Terhadap Kekuatan Lengkung, Kekuatan Tarik Dan Kekerasan*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Pontianak.

Sudrajat, Angger F. P. 2012. *Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Aluminium Aa 1100 Dengan Metode Friction Stir Welding (Fsw),* Skripsi S1 Teknik Mesin Universitas Jember.

Tiwan, MT. Dosen Prodi Teknik Mesin FT UNY, *Analisis Sambungan Lasan Logam Besi Tuang Kelabu Dengan Menggunakan Las Oksi Asetilin*.

Widharto, Sri. 2006. *Petunjuk kerja las*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Widharto, Sri. 2007. *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Wiryosumarto, Harsono Dan Toshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam.* Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Wiryosumarto, Harsono Dan Toshie Okumura. 2008. *Teknologi Pengelsan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.

Proses pemotongn plat

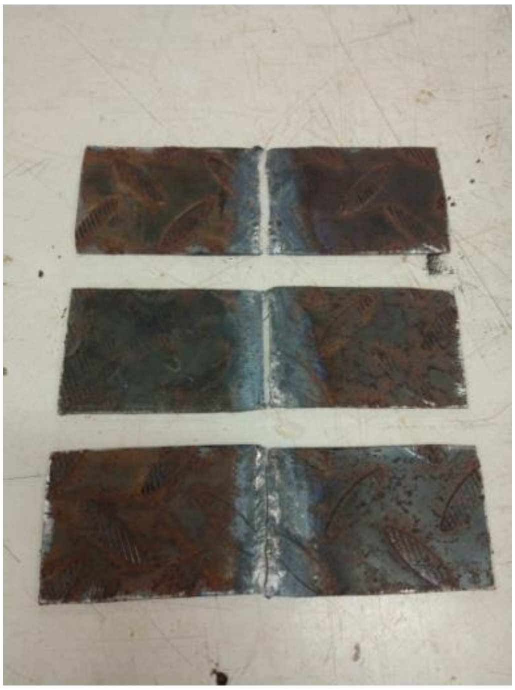
Proses penggerindaan

Proses pengelasan listrik

Proses pengelasan asetilin

Pengujian tarik

Plat setelah pengujian tarik las listrik



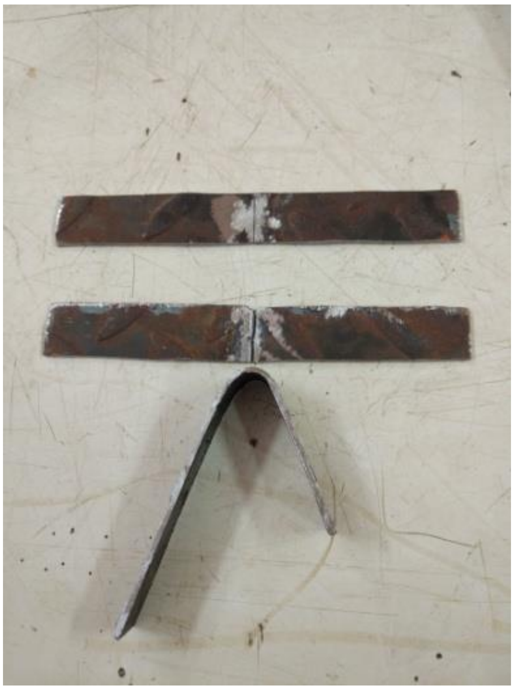
Plat stelah pengujian tarik las asetilin

Pengujian lengkung

Plat stelah pengujian lengkung las listrik

Plat stelah pengujian lengkung las asetilin

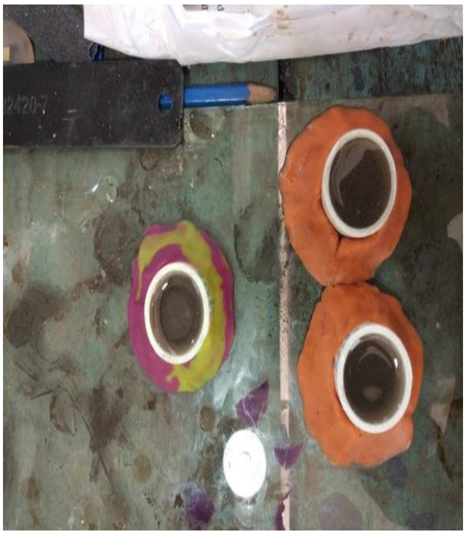
Pengujian impact



Plat setelah pengujian impact las listrik

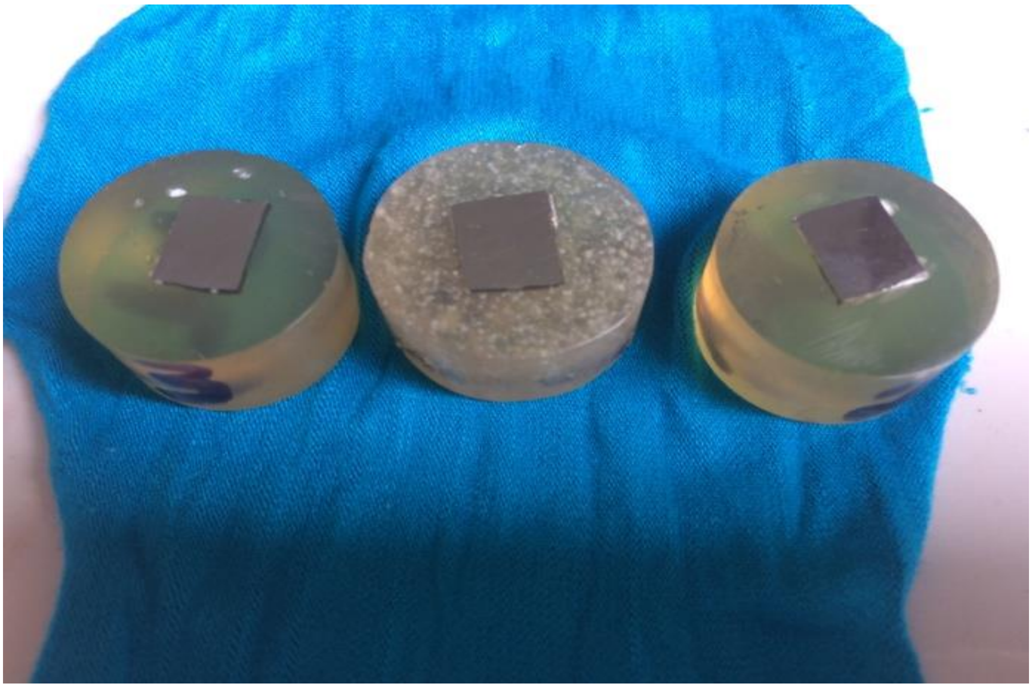
Plat setelah pengujian impact las asetilin

Pencetakan bahan uji struktur mikro las listrik

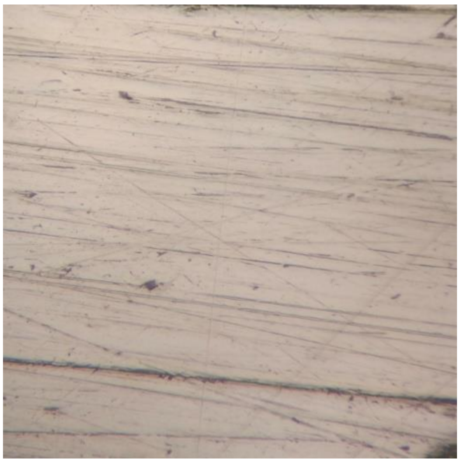


Pencetakan bahan uji struktur mikro las asetilin

Pengamplasan bahan uji struktur mikro



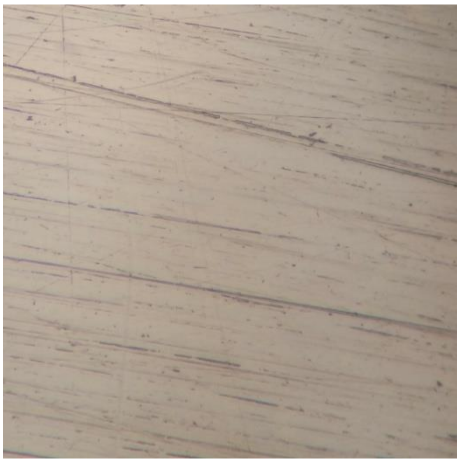
Setelah pengamplasan



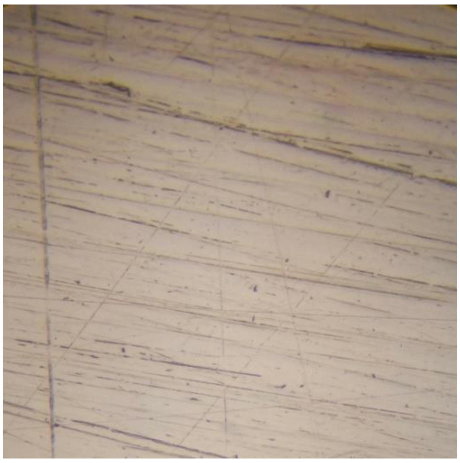
(a)

(b)

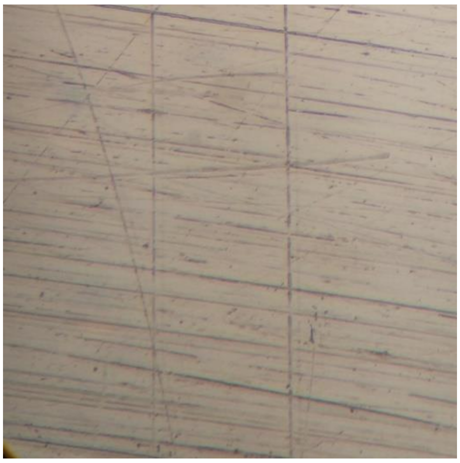
(c)



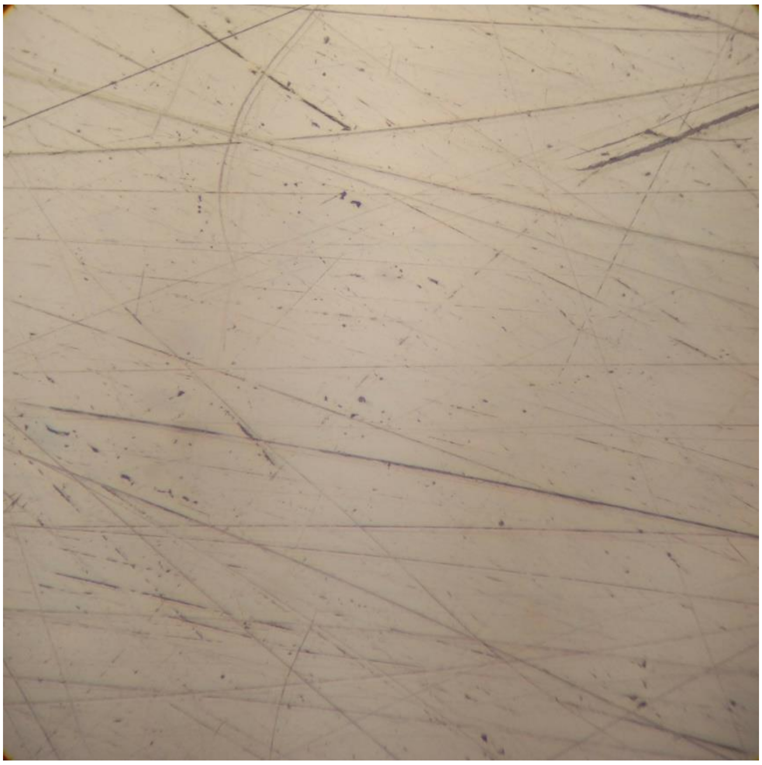
(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar (a, b dan c) hasil uji struktur mikro las listrik, gambar (d, e dan f) hasil uji struktur mikro las asetilin dan gambar (h) hasil uji struktur mikro logam induk.