

# KAJI SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO MODEL SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL TOOL STEEL ASSAB VANADIS HQ 705

Saifuddin<sup>1</sup>, Zulkifli<sup>2</sup>, Mohd. Arkadius<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

abl\_tm@yahoo.co.id

**Abstrak** — Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan pada kekuatan dan ketangguhan las SMAW dengan elektroda E7018. Penelitian ini menggunakan bahan baja ASSAB 705, baja ini termasuk baja karbon rendah. Bahan di beri perlakuan pengelasan dengan variasi arus 100 Ampere, 125 Ampere, dan 150 Ampere dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik dengan elektroda di hubungkan dengan kutub positif dan logam induk di hubungkan dengan kutub negatif, posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan, jenis kampuh yang di gunakan adalah kampuh V dengan sudut 70°. Spesimen di lakukan pengujian Impak metote Charpy. Hasil pengujian impak pada kelompok specimen base metal dan specimen variasi arus menunjukkan bahwa nilai kekuatan impak yang paling tinggi terdapat pada base metal yaitu sebesar 146 joule dan 1,825 joule/mm<sup>2</sup>, dibanding dengan kelompok variasi arus 100 Ampere, 125 Ampere dan 150 Ampere. Jenis-jenis perpatahan yang terjadi adalah pada base metal dan kelompok specimen arus 100 Ampere adalah patah getas, dan kelompok specimen 125 Ampere dan kelompok specimen 150 Ampere adalah patah ulet.

**Kata kunci** : Arus, SMAW, ASSAB 705, ketangguhan, E7018

## I. PENDAHULUAN

Pada saat ini pengelasan merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam teknologi industri. Hampir semua penyambungan logam untuk segala macam jenis dapat dibuat dengan teknik pengelasan. Las busur listrik atau umumnya disebut las listrik adalah termasuk suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. salah satunya merupakan las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding* / las busur nyala listrik terlindung), pada logam induk pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul dari ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan mengalami pencairan bersama logam induk dan membeku bersama, menjadi kampuh las.

Prosedur pengelasan, kelihatannya sangat sederhana tetapi dalam pelaksanaannya banyak masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan berbagai macam pengetahuan. Secara terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perencanaan konstruksi suatu rangka atau mesin sambungan las, berdaya guna serta aman, maka setiap jenis pekerjaan las dimulai dengan menyusun prosedur-prosedur tersebut lazim disebut WPS (*welding procedure specification*). Dalam spesifikasi prosedur pengelasan dimuat hal-hal seperti proses pengelasan dan tipe pengelasan, desain sambungan, material dasar, logam pengisi, posisi pengelasan, gas pelindung, elektrikal karakteristik pengelasan, dan arus pengelasan.

Berdasarkan studi literatur, perlu dilakukan suatu penelitian untuk mempelajari cacat yang terjadi pada sambungan las, studi literatur menunjukan bahwa cacat pada sambungan adalah akibat kesalahan pada proses

penyambungan (pengelasan) dan mengetahui kekuatan dan ketangguhan logam las. Terhadap zat warna organik tidak terjadi, sehingga diperlukan proses elektrolisa (anodisasi) untuk mempertebal lapisan oksida aluminium yang berpori-pori yang akan mampu menyerap zat warna jika ingin diwarnai dan sekaligus membuat kekerasannya jauh berbeda dibanding tanpa proses anodisasi.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan dan ketangguhan pada logam las. Mengetahui perbandingan ketangguhan dengan variasi arus. Serta mengetahui pengaruh beban impak terhadap sifat mekanik material.

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) dalam Harsono dkk(1991:1), mendefinisikan bahwa pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak 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 (Wiryo Sumarto, 1996).

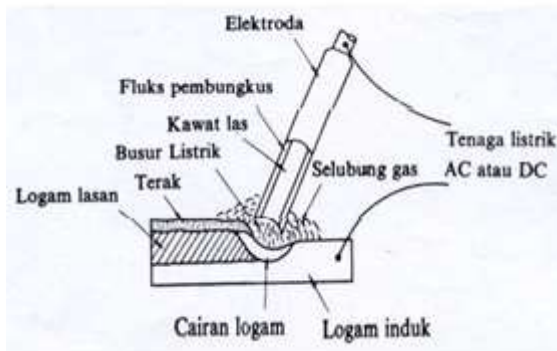
## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Las SMAW (*shielded metal arc welding*)

Las SMAW (*shielded metal arc welding*) las busur listrik nyala terlindung adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencairan logam. Logam

induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pencairan yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu busur las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan mengalami pencairan bersamaan dengan logam induk dan embeku bersama, menjadi kumpuh las.

Proses perpindahan logam elektroda terjadi saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.



Gambar 1 Prinsip Kerja SMAW

**B. Pengujian Impak Pada Charpy Test**

Pengujian impak merupakan salah satu uji mekanik yang dapat dipakai untuk menganalisis karakteristik bahan seperti kemampuan bahan terhadap benturan dan karakteristik keuletan bahan terhadap perubahan suhu. Alat uji impak merupakan salah satu alat uji yang sering digunakan dalam pengembangan bahan struktur material dalam mengukur kemampuan beban kejut.

Pengujian impak merupakan salah satu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan secara tiba-tiba.

Pada pengujian impak banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan tersebut. Material yang ulet akan menunjukan harga impak yang besar dengan menyerap energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tentu akan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami perubahan bentuk.

**Jenis-jenis Metode Uji Impak**

Secara umum metode pengujian impak terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Metode Charpy
 

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi pesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.
2. Metode Izod

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi specimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah takikan.

**Bentuk Patahan Pada Uji Impak**

**1. Patahan Getas**

Patahan yang terjadi pada benda yang getas, misalnya: besi tuang, dapat dianalisis Permukaan rata dan mengkilap, potongan dapat dipasangkan kembali, keretakan tidak dibarengi deformasi, nilai pukulan takik rendah.

**2. Patahan Liat**

Patahan yang terjadi pada benda yang lunak, misalnya: baja lunak, tembaga, dapat dianalisis Permukaan tidak rata buram dan berserat, pasangan potongan tidak bisa dipasangkan lagi, terdapat deformasi pada keretakan, nilai pukulan takik tinggi.

**3. Patahan Campuran**

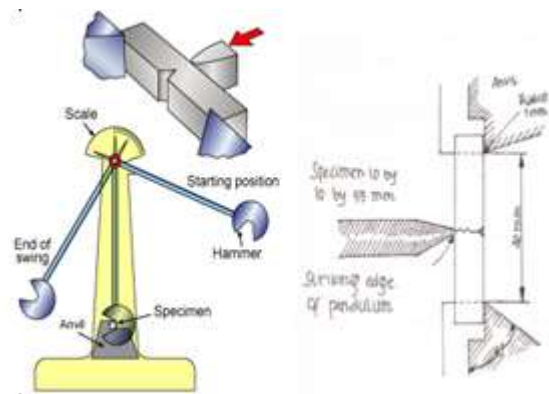
Patahan yang terjadi pada bahan yang cukup kuat namun ulet, misalnya pada baja temper Gabungan patahan getas dan patahan liat, permukaan kusam dan sedikit berserat, potongan masih dapat dipasangkan, ada deformasi pada retakan

Prinsip pengukuran secara skematis ditunjukkan pada gambar 1 dimana sebagian energi akan diserap dinyatakan dalam satuan jouledan di baca langsung pada skala (dial) petunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat dimesin penguji. Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy diberikan oleh:

$$HI = E/A \tag{1}$$

Dimana :

- HI = Harga Impak (joule/mm<sup>2</sup>)
- E = Energi yang diserap (joule)
- A = Luas Penampang dibawah takik (mm<sup>2</sup>)



Gambar 2. Prinsip Pengukuran Impak Pada Charpy Test

**C. Material ASSAB**

ASSAB (*Assosiation of Swedish Steel AB*) merupakan komponen manufaktur yang sangat baik tidak terbantahkan lagi, tetapi sesungguhnya lebih dari itu. Ketika portofolio kelas dunia digunakan sebagai komponen jadi dan aplikasi, maka produk ini akan memberikan hasil yang jauh lebih baik dan usia pakai yang lebih panjang dibandingkan rekayasa dan stainless steel konvensional.

Tabel 1. Tabel Tira *Mechanery Steel*

TIRA GRADE	ASSAB GRADE	NEAREST STANDARD			MECHANICAL PROPERTIES**			%CHEMICAL COMPOSITION (approx.)					
		ANSI	JS	DNV	YS	UTS	HVN	C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
HQ 705	705	4337	SNCM	34C2N2M66	685	880-1080	270-330	0.35	1.40	0.20	1.40	0.70	0.3
HQ 709	709	4140	SCM4	42CrMn4	685	880-1050	270-315	0.40	1.10	0.20		0.80	0.30
HQ 760	760	1045	S50C	C45	340	640	180-220	0.50				0.60	0.30
HQ 7210	7210	3215	SNM22	15CrNi	850max		217max	0.15	0.90		1.00	0.60	0.30

\*HQ = *Hight Quality*

\*\* = *Depend of sizes (N/mm<sup>2</sup>)*

HQ 705 adalah baja konstruksi paduan dengan kemampuan pengerasan yang baik juga dalam ukuran yang lebih berat. Ini menggabungkan kekuatan tinggi dengan ketangguhan terbaik. Karena standar HQ 705 bersifat padat dan mudah dikeraskan (pengerasan keras) tanpa sifat mekanis lebih lanjut jika diperlukan. HQ 705 cocok untuk pengerasan pengantar dan juga dapat diberi nitrida dari tufrided ke permukaan kekerasan 600-650 vickers. HQ 705 paduan kualitas tinggi kekuatan mesin baja dengan baik hardenability juga dalam ukuran yang lebih berat. Ini menggabungkan kekuatan tinggi dengan ketangguhan terbaik. Aplikasitermasuk gigi, poros dan bagian mesin-mesin berat lainnya. Standar sebagai HQ 705 adalah mengeras dan tempered (mengeras tangguh) dengan tidak jauh perlakuan panas diperlukan. Bisa jadi sifat mekanik yang lebih tinggi jika diperlukan.

**D. Persiapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Produksi & Pemesinan, Laboratorium pengujian bahan, dan Laboratorium pengelasan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

a. Persiapan bahan penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ASSAB 705 dengan ukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm, tebal 10 mm. Elektroda jenis E7016 dengan diameter 2,6 mm dan E7018 dengan diameter 3,2 mm.

b. Persiapan alat penelitian

Adapun persiapan peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin gergaji serta kelengkapannya.
2. Mesin frais dan gerinda
3. Mesin las SMAW DC dan perlengkapannya.
4. Mesin uji dampak Model H060 Made in Italy
5. Stopwatch, jangka sorong dan spidol permanen

c. Proses Pembuatan Sampel Benda Uji

1. Spesimen dipotong dengan ukuran 55 x 10 x 10 mm.
2. Setelah dipotong dilakukan pembentukan sudut kampuh V dengan sudut 70° menggunakan gerinda.
3. Dilakukan penyambungan dengan pengelasan pada sudut kampuh V. Dengan kuat arus 100 Ampere, 125 Ampere, 150 Ampere.
4. Dilakukan pembersihan spesimen dari sisa pengelasan menggunakan mesin gerinda.

**E. Pengujian Impak Metode Charpy**

Proses pengujian dampak dilakukan pada semua material, 1 ada material yang belum dilakukan pengelasan dan 9 material yang telah dilakukan proses pengelasan. Adapun prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Langkah-langkah pengujian dampak metode charpy sebagai berikut :

1. dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari sampel uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data.
2. Hidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar.
3. Buka *safety guard* mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
4. Pastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.
5. Letakan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan Tutup pengaman mesin (*safety guards*).
6. Tekan tombol yang terletak disafety guards, lalu pendulum memukul spesimen uji.
7. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
8. Baca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
9. Ambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data.
10. Ulangi pengujian untuk sampel-sampel lainnya

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengujian Impak**

Pengujian dampak dilakukan untuk mengetahui perbedaan ketangguhan bahan yang mengalami yang mengalami perlakuan pengelasan dengan logam induk. Pengujian dampak dilakukan dengan menggunakan mesin uji dampak charpy Made in Italy. Hasil dari pengujian ketangguhan dampak berupa energi yang diserap oleh benda uji dinyatakan dalam satuan joule dan dibaca langsung dalam skala (*dial*) petunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin pengujian. Harga Impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode charpy diberikan oleh

$$HI = E/A \tag{2}$$

Dimana E adalah Energi yang diserap dalam satuan joule dan A luas penampang dibawah takik dalam satuan mm<sup>2</sup>.

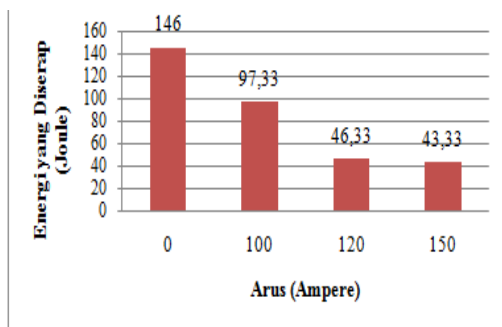
Diketahui :

$$A = 80 \text{ mm}^2, E = 97,33 \text{ joule}$$

$$HI = E/A = 97,33/80 = 1,2583 \text{ joule/mm}^2$$

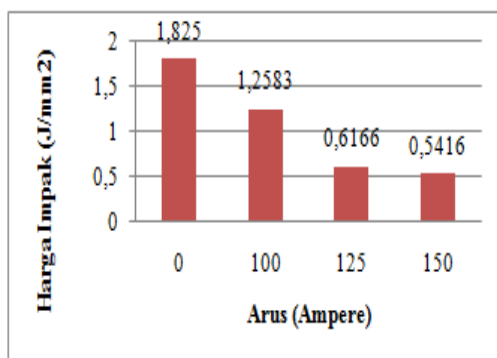
Tabel 2. Hasil Pengujian Ketangguhan Impak

no	Parameter	a (mm)	b (mm)	A (joule)	E (joule)	HI (joule/mm <sup>2</sup> )	Bentuk perpatahan
1	Arus 100	8	10	80	112	1,40	Getas
2	Ampere	8	10	80	90	1,13	Getas
3		8	10	80	90	1,13	Getas
Rata-Rata				80	97,33	1,2583	Getas
1	Arus 125	8	10	80	46	0,58	Ulet
2	Ampere	8	10	80	52	0,65	Ulet
3		8	10	80	50	0,63	Ulet
Rata-Rata				80	49,33	0,6166	Ulet
1	Arus 150	8	10	80	52	0,65	Ulet
2	Ampere	8	10	80	40	0,50	Ulet
3		8	10	80	38	0,48	Ulet
Rata-Rata				80	43,33	0,5416	Ulet
Base Metal		8	10	80	146	1,825	Getas



Gambar 1. Diagram Energi Yang Diserap Terhadap Arus Pengelasan

Diagram pada Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa nilai energi yang diserap untuk kelompok arus pengelasan 100 Ampere sebesar 97,33 joule, nilai ini turun dari pada base metal sekitar 48,67 joule. kemudian diikuti nilai energi yang diserap kelompok arus pengelasan 125 Ampere sebesar 49,33 joule, angka turun sekitar 96,67 joule, dari kelompok nilai base metal. Selanjutnya diikuti nilai energi yang diserap nilai kelompok arus 150 Ampere yang hanya mencapai sekitar 43,33 joule, nilai ini turun dari pada base metal sekitar 102,67 joule, dan diikuti dengan kelompok base metal sebesar 146 joule.



Gambar 2. Diagram Harga Impak Terhadap Arus Pengelasan

Diagram diatas menunjukkan bahwa harga impact untuk kelompok arus pengelasan 100 Ampere sebesar 1,2583 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ini turun pada base metal sekitar 0,5667 joule/mm<sup>2</sup>, selanjutnya diikuti dengan kelompok arus pengelasan 125 Ampere sekitar 0,6166 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ini turun pada base metal sekitar 1,209 joule/mm<sup>2</sup>, selanjutnya diikuti dengan kelompok arus pengelasan 150 Ampere sekitar 0,5416 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ini turun pada base metal sekitar 1,2834 joule/mm<sup>2</sup>, dan diikuti dengan kelompok base metal sebesar 1,825 joule/mm<sup>2</sup>.

### B. PEMBAHASAN PENGUJIAN IMPAK

Dari hasil pengujian yang dilakukan perpatahan pada speimen uji impact base metal adalah patah getas. Patah getas merupakan fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat. Peristiwa patah getas dinilai lebih berbahaya dari pada patah ulet, karena terjadi tanpa disadari begitu saja. Gambar 3 menunjukkan Foto Makro Dari Spesimen Uji Impact Base Metal.



Gambar 3. Foto Makro Dari Spesimen Uji Impact Base Metal

Dari hasil pengujian yang dilakukan perpatahan pada speimen uji impact base metal adalah patah getas. Patah getas merupakan fenomena patah pada material yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu yang singkat. Peristiwa patah getas dinilai lebih berbahaya dari pada patah ulet, karena terjadi tanpa disadari begitu saja.



Gambar 4. Foto Makro Spesimen Uji Impact Kelompok Arus 100 Ampere

Kemudian diikuti harga impact kelompok 100 Ampere 1,258 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ini turun pada base metal sekitar 0,5667 joule/mm<sup>2</sup>, dari harga impact base metal. Dari hasil pengujian pada spesimen kelompok 100 Ampere mengalami patah getas. Patah getas dapat dianalisis permukaan rata dan mengilap, potongan dapat dipasang kembali, keretakan tidak diberangi deformasi, nilai pukulan takik rendah.



Gambar 5. Foto Makro Dari Spesimen Uji Impak Kelompok Arus 125 Ampere dan 150 Ampere

Selanjutnya diikuti harga impact kelompok 125 Amper 0,616 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ini turun pada base metal sekitar 1,209 joule/mm<sup>2</sup> dan arus 150 Ampere yang mencapai harga impact 0,5416 joule/mm<sup>2</sup>, nilai ini turun dari pada base metal sekitar 1,2834 joule/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil pengujian yang dilakukan perpatahan pada speimen uji impact base metal adalah patah ulet. Patah ulet merupakan patah yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penjarangan retakan berhenti. Patah ulet iniditandai dengan penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar, berserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu.

Pada pengujian impact ini perpatahan terjadi didaerah lasan, maksud dilakukan pengujian ini dititik beratkan pada kekuatan pengelasan pada material ASSAB 705 terhadap ketangguhan impact.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

Nilai energi yang diserap dan ketangguhan untuk spesimen kualitas kekuatan impact material ASSAB AQ 705

kelompok base metal mempunyai nilai paling tinggi dengan nilai rata-rata 146 joule dan 1,83 joule/mm<sup>2</sup> dibandingkan dengan kelompok menggunakan variasi arus 100 Ampere, 125 Ampere, dan 150 Ampere.

Semakin tinggi arus pengelasan maka semakin rendah nilai kekuatan impact nya. Hal ini meunjukkan bahwa arus 150 Ampere lebih rendah.

Jenis perpatahan yang terjadi pada pengujian adalah patah ulet. Ciri patah ulet tampak lebih buram maka perpatahannya tampak berwarna keabu-abuan dan seperti berserabut atau dinamakan *fibrous fracture*.

#### REFERENSI

- [1] Efendi Nizam, 2013, *Studi Pengaruh Heat Input Terhadap Ketangguhan Impact Las SMAW Posisi Vertikal Baja St 60 Temper*, Jurnal Teknik Mesin, Vol 9, No 2, Desember 2013, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Makasar.
- [2] Imam Pujo M, Sarjito J.S, 2008, *Analisis Kekuatan Sambungan Las Smaw ( Shielded Metal Arc Welding ) Pada Marine Plate St 42 Akibat Faktor Cacat Porositas Dan Incomplete Penetration*, Jurnal Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [3] Neil Leo Kaban, 2013, *Analisa Kekuatan Impact Concrete Foam Dengan Variasi Komposisi Poliuretan Yang Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Akibat Impact Jatuh Bebas*, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- [4] Nurdin, 2009, jon sheet. *Pengujian impact metode charpy*. Lhokseumawe : politeknik negeri lhokseumawe.
- [5] Santoso Joko, 2006, *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Semarang.
- [6] Wiryo sumarto . h. Okumura. T, 2000, *teknologi pengelasan logam*, PT. Pradya paramita, jakarta, cetakan ke 8.
- [7] Wiryosumarto, Harsono dan Toshie Okumura, (2000). "*Teknologi Pengelasan Logam*", Cetakan ke 8, Pradnya Pramita, Jakarta.
- [8] Kalpakjian Serope, (2006), *Manufakturing Engineering and Technologi*, Prentice Hall Inc. USA
- [9] PT. ASSAB Steel Indonesia "*Leaflet*: Informasi Produk Perkakas " PT. ASSAB STEEL Indonesia, Jakarta
- [10] Parikin, M. Dani, A.H. (2004). "*Study Struktur Mikro dan Kekerasan Baja ASSAB Alloy Annealing*." Jurnal Sains Materi Indonesia", Vol. 5, No. 3, Juni, ISSN : 1411-1098.