

**PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP
KUALITAS SAMBUNGAN LAS MAGNESIUM AZ31 DAN
ALUMINIUM AL 13 DENGAN METODE PENGELASAN
GESEK**

(Skripsi)

Oleh

ARDIAN PRABOWO



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2017

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN LAS MAGNESIUM AZ31 DAN ALUMINIUM AL 13 DENGAN METODE PENGELASAN GESEK

Oleh :
ARDIAN PRABOWO

Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industri dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan industri,. Salah satu teknik pengelasan tanpa menggunakan logam tambahan adalah *friction welding*. *Friction welding* (FW) merupakan teknik pengelasan dengan cara menggesekkan dua permukaan material dan suhu material yang di las dalam kondisi lumer (tidak mencapai titik cair). Dalam proses *friction welding* salah satu material berputar dan material lainnya diam, kemudian material yang tidak berputar di gesekkan pada material yang berputar dengan diberi penekanan sampai kedua material mencapai kondisi lumer lalu mesin dihentikan dan terjadi penyatuan material.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi pengujian waktu kontak pengelasan, yaitu pengujian dengan waktu kontak selama 3 menit, 5 menit, dan 10 menit. Sedangkan Rpm yang digunakan adalah 1400 rpm serta material yang digunakan adalah magnesium AZ31 dan aluminium AL13. Pada pengujian dengan waktu gesek selama 10 menit didapatkan hasil uji kekuatan tarik yang paling optimal, yaitu sebesar 23,264 Mpa. Sedangkan pengujian dengan waktu kontak selama 3 menit mempunyai nilai uji kekuatan tarik terkecil yaitu sebesar 14,257 Mpa. Dan waktu kontak selama 5 menit didapatkan hasil uji kekuatan tarik sebesar 15,765 Mpa. Dan untuk nilai hasil pengujian kekerasan *Rockwell* didapat nilai kekerasan rata-rata pada waktu kontak 3 menit sebesar 65,6 HR_E pada daerah *stir zone*. Untuk waktu kontak selama 5 menit diperoleh nilai kekerasan rata-rata sebesar 57,6 HR_E pada daerah *stir zone*. Sedangkan waktu kontak selama 10 menit diperoleh nilai kekerasan *Rockwell* sebesar 51 HR_E pada daerah *stir zone*.

Kata kunci : *Friction Welding*, Magnesium AZ-31, Aluminium AL13, Pengujian tarik, Kekerasan *Rockwell*, Struktur makro.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CONTACT TIME ON FRICTION WELDING TOWARD THE QUALITY OF WELDING JOINT MAGNESIUM AZ31 AND ALUMINIUM AL13 WITH FRICTION WELDING METHOD

**By :
ARDIAN PRABOWO**

Welding process is an important process in industrial engineering. become unseparated growing part of it. One of the welding technique without using an additional metal is friction welding. Friction welding (FW) is welding technique by frictioning two surfaces of the material and the temperature weld material in the molten state (melting point not reached). In the friction welding process, one of the material rotating and the other isn't, then the not rotating material being frictioned on a rotating material with emphasis until molten condition is reached then mesin stopped when the materials fused.

The research is done by some variations of test of welding contact, the variations of welding contact is 3 minutes, 5 minutes, and 10 minutes while using 1400 rpm and using materials magnesium AZ31 and aluminium AL13. In the 10 minutes friction tested obtained 23,64 Mpa optimal tensile strength. In the 3 minutes contact tested obtained the smallest tensile strength amount 14,257 Mpa. In the 5 minutes contact tested obtained 15,765 Mpa. The average-value rockwell tested in the 3 minutes contact time is 65,6 HR_E in the stir zone. In the 5 minutes contact time obtained 57,6 HR_E in the stir zone. And in the 10 minutes contact time obtained 51 HR_E in the stir zone.

Keywords : *Friction Welding*, Magnesium AZ-31, Aluminium AL13, Tensile Strength, Rockwell Hardness, Macro Structure

**PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP KUALITAS
SAMBUNGAN LAS MAGNESIUM AZ31 DAN ALUMINIUM
AL 13 DENGAN METODE PENGELASAN GESEK**

(Skripsi)

Oleh

Ardian Prabowo

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH WAKTU PENGELASAN
TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN LAS
MAGNESIUM AZ31 DAN ALUMUNIUM AL 13
DENGAN METODE PENGELASAN GESEK**

Nama Mahasiswa : **Ardian Prabowo**

Nomor Pokok Mahasiswa : 0915021051

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T.
NIP 19700812 200112 1 001


Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.
NIP 19640506 200003 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin


Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

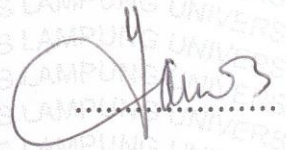
Ketua

: **Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T.**



Sekretaris

: **Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.**



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Desember 2016

PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL
PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN
AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN
REKTOR No.3187/H26/DT/2010.



YANG MEMBUAT PERNYATAAN


ARDIAN PRABOWO

0915021051

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Natar pada tanggal 03 September 1991 sebagai anak ke dua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Azwar dan Ibu Mujiati.

Penulis menyelesaikan Pendidikan sekolah dasar di SD 1 Senuling Indah Sumatera Selatan pada tahun 2003, Pendidikan sekolah menengah pertama Mutiara Lampung Selatan pada tahun 2006 dan Pendidikan sekolah menengah atas di SMA Al Azhar 3 Bandar Lampung pada tahun 2009. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2009 melalui jalur Ujian Mandiri (UM).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin sebagai Anggota Divisi Minat dan Bakat pada periode 2010-2011 dan menjadi Ketua Divisi Otomotif pada periode 2011-2012. Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PTPN VII Lampung Selatan pada tahun 2013. Penulis mulai melakukan penelitian sejak bulan September 2015 dan mengambil judul “Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Kualitas Sambungan Las Magnesium AZ31 Dan Alumunium AL13 Dengan Metode Pengelasan Gesek di bawah bimbingan Bapak Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T. selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin., M.T. selaku pembimbing pendamping.



PERSEMBAHAN

Dengan segala ketulusan hati dan penuh kebanggaan, sebuah karya sederhana ini kupersembahkan untuk:

**Orangtuaku, Bapak Azwar As
dan Ibu Mujiati**

Kakak ku Sandy Wibowo

Sahabat serta keluarga Teknik Mesin 2009

*ALMA MATERKU TEROMBA
UNIVERSITAS LAMPUNG*



SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang senantiasa mencurahkan nikmat, rahmat, dan karunianya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini dibuat sebagai rasa ingin tahu penulis mengenai las gesek (*friktion welding*), mulai dari prinsip dasar, prinsip kerja, kelebihan dan kekurangan las gesek, serta merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar "Sarjana Teknik" pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan laporan skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis ditujukan kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak ku Azwar As yang hebat dan Ibu ku Mujiati yang selalu aku sayangi. Terima kasih atas dedikasinya baik dukungan moril maupun materil serta serta selalu mendoakan yang terbaik untuk anak tercintanya ini.
2. Kakak ku tercinta Sandy Wibowo dan seluruh keluarga serta para keponakan ku yang telah memberikan dukungan, do'a dan membantu penulis

3. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Unila.
4. Bapak Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengetahuan, saran, serta nasehat selama proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met selaku dosen pembahas pada laporan tugas akhir yang penulis seminarkan.
7. Bapak Indra M. Gandidi, ST., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah membantu kelancaran skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin atas ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik materi akademik maupun teladan dan motivasi untuk masa yang akan datang.
9. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung.
10. Rekan – rekan Teknik Mesin 2009, Ari Ardianto, S.T., Solihin, S.T., Iqbal Deby, S.T., Ronal Yaki, S.T., Erick Irham Sanjaya, S.T, Tunas Dewantara, S.T., Gunawan Efendi, S.T., Andi Saputra, S.T. (mekek), M.Irvan, S.T., Lambok Silalahi, S.T., Wili Alfani, S.T., Anisa Rachman, S..T., Lingga Aditya Yuono, S.T., Tri Wibowo, S.T., ARizal Ahmad Fadhil, S.T., Mei Hartanto, S.T. dan Agus Rantau Jaya, S.T., tanpa menghilangkan jasa –

jasa kawan yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih untuk motivasi yang telah kalian berikan.

11. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah ikut serta membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis pribadi mohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dan kehilafan tersebut. Saran dan masukan yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kebaikan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis pribadi, dan umumnya bagi semua yang membacanya.

Bandar Lampung, 27 Januari 2017

Penulis,

Ardian Prabowo

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Batasan Masalah	3
D. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Teknologi Pengelasan	5
1. Jenis – jenis Pengelasan	5
a. Pengelasan Lebur	6
a.1 Pengelasan busur (Arc Welding, AW)	6
a.2 Pengelasan resistansi listrik (resistance welding, RW) ...	6
a.3 Pengelasan gas (oxyfuel gas welding, OFW)	7
a.4 Proses pengelasan lebur yang lain	7
b. Pengelasan Padat	7
b.1 Pengelasan difusi (diffusion welding, DFW).....	8
b.2 Pengelasan ultrasonik (Ultrasonic Welding, UW)	8
b.3 Pengelasan gesek (Friction Welding, FW)	8

2. Friction Welding	9
B. Alumunium	13
1. Alumunium Murni	14
2. Alumunium Paduan	14
C. Magnesium	15
D. Pengujian Hasil Pengelasan	17
1. Uji Tarik	17
2. Pengujian Makro	20
3. Pengujian Kekerasan	21

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

1. Tempat Penelitian	24
2. Alat Dan Bahan	24
a. Magnesium AZ-31	24
b. Alumunium AL13	25
c. Mesin Bubut	26
d. Mesin Gergaji	27
e. Mesin Uji Tarik	28
f. Mikroskop USB.....	29
g. Alat Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	30
3. Pelaksanaan Penelitian	31
4. Pengujian Kualitas Lasan	32
5. Diagram Alur Penelitian	34

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Foto Hasil <i>Friction Welding</i>	35
1. Data Uji Mekanik	38
a. Uji Tarik	38
b. Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	46
c. Uji Metalografi	49

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	53
B. Saran	54

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik fisik dan thermal material paduan magnesium AZ31..	25
Tabel 2. Karakteristik fisik dan thermal material paduan Alumunium AL13. .	25
Tabel 3. Parameter pengelasan	31
Tabel 4. Data Uji Tarik	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengelasan lebur.....	6
Gambar 2. Material sebelum di gesekkan	9
Gambar 3. Awal penekanan	10
Gambar 4. Gaya tekan aksial dan daerah pengelasan	10
Gambar 5. Hasil pengelasan.....	10
Gambar 6. Hasil akhir setelah proses pembubutan	11
Gambar 7. Daerah pengelasan.....	11
Gambar 8. Aluminium	13
Gambar 9. Magnesium murni	16
Gambar 10. Kurva tegang-regangan teknik	19
Gambar 11. Sampel standar uji tarik E-8 ASTM volume 3.....	20
Gambar 12. Metode pengujian kekerasan Rockwell.....	23
Gambar 13. Material Magnesium AZ31	24
Gambar 14. Aluminium AL 13	25
Gambar 15. Mesin bubut.....	26
Gambar 16. Mesin Gergaji.....	27
Gambar 17. Mesin uji tarik.....	28
Gambar 18. Mikroskop USB.....	29
Gambar 19. Alat uji kekerasan rockwell.....	30
Gambar 20. Diagram alur penelitian.....	34
Gambar 21. Hasil las FW waktu kontak 3 menit	35
Gambar 22. Hasil las FW waktu kontak 5 menit	35
Gambar 23. Hasil las FW waktu kontak 10 menit	35
Gambar 24. Suhu yang dihasilkan pada waktu gesek 3 menit	37

Gambar 25. Suhu yang dihasilkan pada waktu gesek 5 menit	37
Gambar 26. Suhu yang dihasilkan pada waktu gesek 10 menit	38
Gambar 27. Sampel standar uji tarik ASTM-E8 volume 3.....	38
Gambar 28. Spesimen uji tarik Alumunium AL13 dan Magnesium	39
Gambar 29. Spesimen uji setelah dilakukan pengujian tarik	40
Gambar 30. Grafik dan tabel uji tarik waktu kontak 3 menit	41
Gambar 31. Grafik dan tabel uji tarik waktu kontak 5 menit	42
Gambar 32. Grafik dan tabel uji tarik waktu kontak 10 menit	43
Gambar 33. Grafik hubungan waktu kontak dan kekuatan tarik	44
Gambar 34. Grafik hubungan regangan dan waktu kontak	45
Gambar 35. Grafik nilai rata – rata waktu kontak 3 menit	47
Gambar 36. Grafik nilai rata – rata waktu kontak 5 menit	47
Gambar 37. Grafik nilai rata – rata waktu kontak 10 menit	48
Gambar 38. Hasil foto makro waktu kontak 3 menit	50
Gambar 39. Hasil foto makro waktu kontak 3 menit	51
Gambar 40. Hasil foto makro waktu kontak 10 menit	51

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi pengelasan saat ini telah diimplementasikan secara luas di berbagai aplikasi di dunia industri mulai dari aplikasi sederhana hingga yang rumit. Pembuatan tralis, peralatan rumah tangga, lemari besi, dan lainnya adalah sebagian contoh aplikasi yang sederhana dari proses pengelasan, selanjutnya pengelasan untuk konstruksi jalan, perkapalan, dan alat transportasi lain serta konstruksi mesin merupakan contoh aplikasi yang lebih rumit.

Sambungan las merupakan ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair ataupun semi cair (semi solid). Dalam aplikasinya, pemilihan proses pengelasan dapat ditentukan berdasarkan pada pertimbangan peningkatan kualitas, kecepatan produksi, dan peningkatan efisiensi, serta penghematan biaya produksi.

Pertimbangan penggunaan teknologi las di dunia industri juga relatif ringan dengan kekuatan tarik yang tinggi dan proses yang relatif sederhana, sehingga biaya produk yang dibutuhkan juga relatif murah. Keunggulan proses pengelasan ini menjadi salah satu pertimbangan aplikasi sambungan las sebagai pengganti sambungan pakukeling, baut dalam struktur dan rancangan mesin. Oleh karena itu dalam praktek rancangan las harus

memperhatikan kesesuaian berdasarkan sifat-sifat logam dasar diantaranya unsur paduan kekuatan tarik dari sambungan dan jenis sambungan yang akan dilas, sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan yang diharapkan (Satoto, 2002).

Aluminium memiliki sifat yang ringan, ketahanan korosi yang tinggi, densitasnya rendah, dapat dirubah bentuk dengan baik, serta memiliki daya konduktivitas yang tinggi. Salah satu kelemahan aluminium adalah kekuatannya yang kurang baik, sehingga jarang sekali dijumpai logam aluminium murni dalam pemanfaatannya. Magnesium (Mg) merupakan unsur kimia yang memiliki simbol (Mg) dengan nomor atom 12 dan berat atom 24,31 gr/mol. Magnesium termasuk salah satu unsur yang paling banyak penyebarannya dimana menjadi penyusun 2 % dari kerak bumi serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Magnesium digunakan pada peralatan dan produk kehidupan sehari-hari seperti kaleng, kembang api, pelapis tungku, pasta gigi, obat maag. Dilihat dari segi sifatnya, Mg dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan ekstruksi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang (Setiawan, 2014).

Menurut Heri wibowo, 2006, pengelasan logam beda jenis (*dissimilar metal*) banyak menimbulkan masalah karena memiliki komposisi dan sifat kimia, maka penelitian ini akan ditujukan untuk mengetahui pengaruh waktu gesek pengelasan terhadap kualitas sambungan las magnesium AZ31 dan aluminium AL13 dengan metode *friction welding*.

B. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu gesekan awal sambungan logam tidak sejenis.
2. Menguji kekuatan tarik sambungan las magnesium dan alumunium AL13 menggunakan metode *friction welding*.
3. Untuk mengetahui perubahan struktur makro dalam hasil pengelasan *friction welding*.

C. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Pengaruh tekanan tidak diuji secara spesifik, namun diasumsikan berdasarkan putaran *tail stock*
2. Benda kerja yang dilas adalah magnesium dan alumunium AL13 dengan standar produsen industri
3. Pengujian kualitas las adalah uji tarik, struktur makro, dan uji keras
4. Kedua permukaan material diasumsikan rata pada saat proses pengelasan.

D. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini adalah:

BAB I : PENDAHULUAN, berisi: latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA, Menjelaskan mengenai pengaruh parameter pengelasan terhadap kualitas sambungan las magnesium az31- alumunium AL13 dengan metode *friction welding*.

BAB III : METODE PENELITIAN, berisi : tempat penelitian, waktu penelitian, dan metode penelitian, serta diagram alur penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN, mengenai : hasil uji tarik, hasil uji kekerasan, hasil uji metalografi, serta pembahasan - pembahasannya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teknologi Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua buah logam dengan jalan pemanasan dan pelelehan logam dasar, dimana kedua ujung logam yang akan disambung dipanaskan hingga titik leburnya dengan busur nyala pada pada teknik pengelasan lain, dapat juga dihasilkan panas dari gesekan kedua permukaan logam dasar las, sebagai mana melalui proses pengelasan tanpa pencairan (Satoto, 2002). Sehingga, secara umum proses penyambungan logam dengan teknologi las, dapat dilakukan dengan pelelehan atau tanpa pelelehan logam dasar (*Base Metal, BM*). Dalam hal pengelasan dengan pelelehan BM, umumnya diperlakukan logam pengisi (FM), sementara untuk proses las tanpa pelelehan tidak diperlukan.

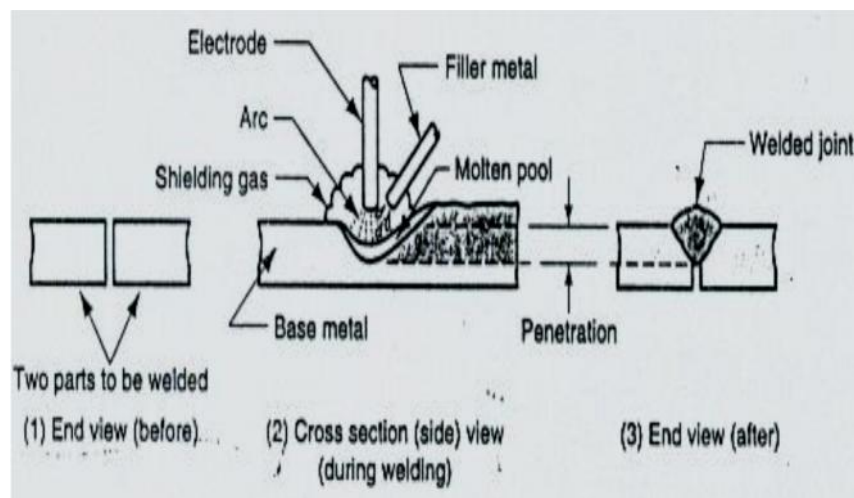
1. Jenis-jenis Pengelasan

Pengelasan dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu : pengelasan lebur (fusion welding) dan pengelasan padat (solid-state welding), berikut dijelaskan jenis pengelasan tersebut.

a. Pengelasan lebur

Proses pengelasan lebur menggunakan panas untuk mencairkan logam induk. Beberapa operasi pengelasan jenis ini menggunakan logam pengisi, dan ada yang tanpa logam pengisi. Pengelasan lebur dapat dikelompokkan sebagai berikut.

a.1 Pengelasan busur (Arc Welding, AW). Dalam proses pengelasan jenis AW, proses penyambungan dilakukan dengan memanaskan logam pengisi dan bagian sambungan dari logam induk sampai mencair dengan memakai sumber panas busur listrik, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Beberapa operasi pengelasan ini juga menggunakan tekanan selama proses.



Gambar 1. Pengelasan lebur

a.2 Pengelasan resistansi listrik (resistance welding, RW), dalam proses pengelasan ini permukaan lembaran logam yang disambung ditekan

satu sama lain dan arus yang cukup besar dialirkan melalui sambungan tersebut. Pada saat arus mengalir dalam logam, panas tertinggi timbul di daerah yang memiliki resistansi listrik terbesar, yaitu pada permukaan kontak kedua logam (faying surfaces).

a.3 Pengelasan gas (oxyfuel gas welding, OFW) dalam pengelasan ini sumber panas diperoleh dari hasil pembakaran gas dengan oksigen sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Gas yang lazim digunakan adalah gas alam, asetilen, dan hidrogen. Dari ketiga gas ini yang paling sering dipakai adalah gas asetilen, sehingga las gas diartikan sebagai las oksi-asetilen.

a.4 Proses pengelasan lebur yang lain. Terdapat beberapa jenis pengelasan lebur yang lain, untuk menghasilkan peleburan logam yang disambung, seperti misalnya pengelasan berkas elektron (electron beam welding), dan pengelasan berkas laser (laser beam welding).

b. Pengelasan padat

Dalam pengelasan padat proses penyambungan logam dihasilkan dengan tekanan tanpa memberikan panas dari luar atau dengan tekanan dan memberikan panas dari luar.

Bila digunakan panas, maka temperatur dalam proses di bawah titik lebur logam yang dilas, sehingga logam tersebut tidak mengalami peleburan dan

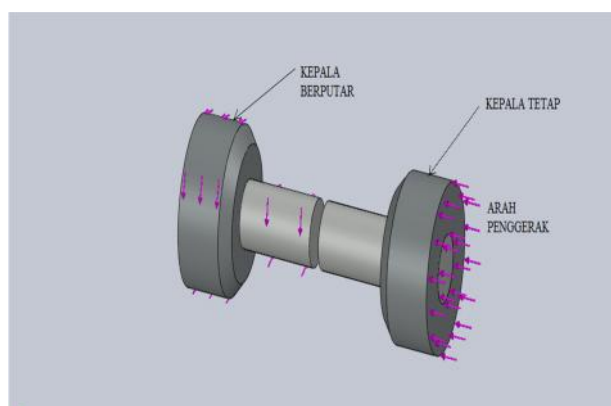
tetap dalam keadaan padat. Dalam pengelasan ini tidak digunakan logam pengisi. Pengelasan padat dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- b.1 Pengelasan difusi (diffusion welding, DFW), dua permukaan logam yang akan disambung disatukan, kemudian dipanaskan dengan temperatur mendekati titik lebur logam sehingga permukaan yang akan disambung menjadi plastis dan dengan memberi tekanan tertentu maka terbentuk sambungan logam.
- b.2 Pengelasan ultrasonik (Ultrasonic Welding, UW). Dilakukan dengan menggunakan tekanan tertentu antara dua bagian logam yang akan disambung, kemudian diberi getaran osilasi dengan frekuensi ultrasonik dalam arah yang sejajar dengan permukaan kontak. Gaya getar tersebut akan melepas lapisan tipis permukaan kontak sehingga dihasilkan ikatan atomik antara ke dua permukaan tersebut.
- b.3 Pengelasan gesek (Friction Welding, FW). Penyambungan dalam pengelasan gesek terjadi akibat panas yang ditimbulkan oleh gesekan antara dua permukaan logam yang bersentuhan. Ke dua bagian logam yang akan disambung disatukan dibawah pengaruh tekanan aksial, kemudian salah satu diputar sehingga pada permukaan kontak akan timbul panas (mendekati titik cair logam), maka setelah putaran dihentikan akan terbentuk sambungan logam (Sepdyanuri, 2013).

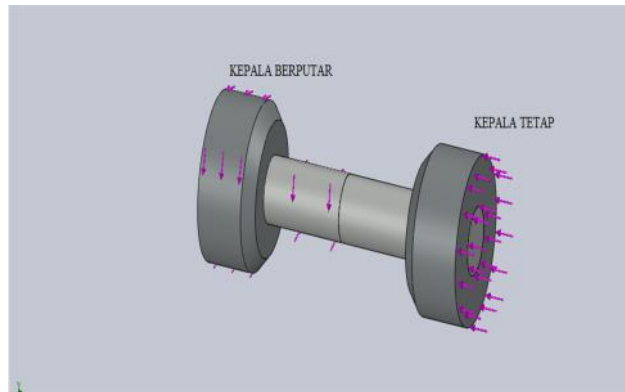
2. Friction Welding (FW)

Friction Welding adalah suatu metode pengelasan yang dilakukan untuk memperoleh hasil lasan dengan cara melakukan penggesekan pada ujung dua bahan las. Pada pengelasan gesek, penyambungan terjadi oleh adanya panas yang ditimbulkan oleh gesekan akibat perputaran satu dengan yang lain antara logam induk di bawah pengaruh gaya aksial. Kemudian salah satu diputar sehingga pada permukaan kontak akan timbul panas, bahkan mendekati titik didih logamnya, sehingga permukaan logam di daerah tersebut menjadi plastis. Dalam kondisi panas tersebut, pergerakan/pergesekan relatif antar kedua logam dihentikan, kemudian diaplikasikan gaya tekan arah aksial, sehingga terjadi sambungan las (Satoto, 2002).

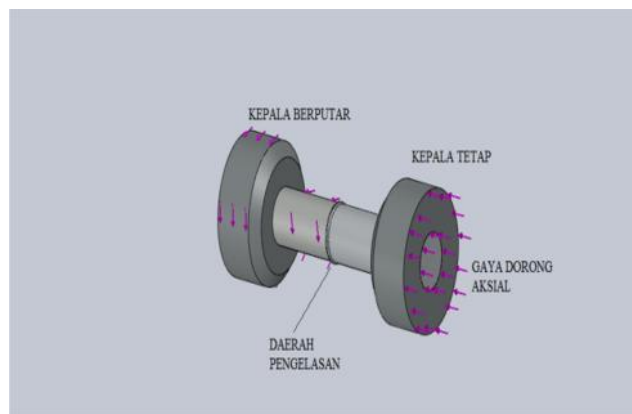
Gambar dibawah menunjukkan tahapan proses pengelasan gesek, dimana salah satu material yang di cekam berputar dan satu material lagi diam. Lalu kedua material di gesekkan dengan diberi penekanan. Seperti yang ditunjukkan gambar 2 dan gambar 3 sebagai berikut:



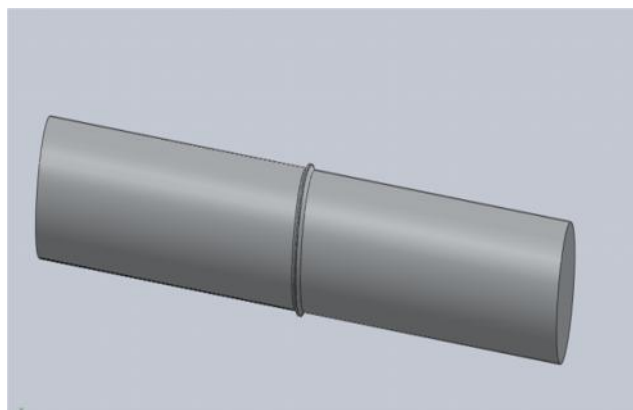
Gambar 2. Material sebelum di gesekkan



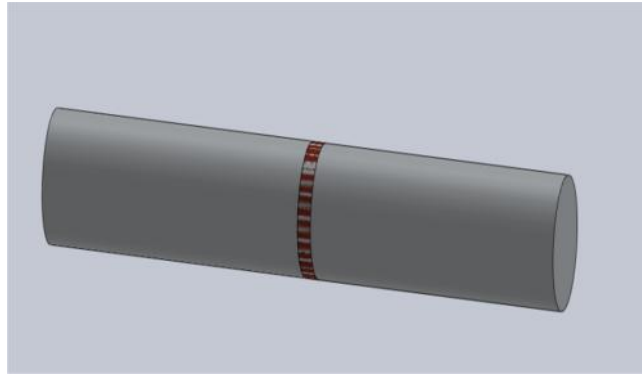
Gambar 3. Awal penekanan



Gambar 4. Gaya tekan aksial dan daerah pengelasan

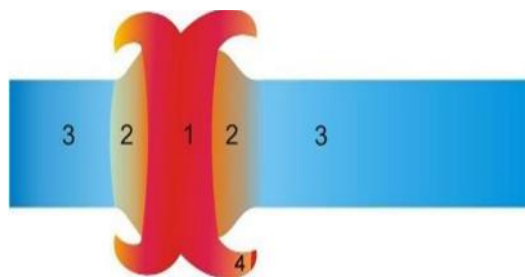


Gambar 5. Hasil pengelasan



Gambar 6. Hasil akhir setelah proses pembubutan

Daerah pengelasan adalah daerah yang mendapat gesekan dan mendapat tekanan pada waktu pengelasan, dengan adanya gesekan dua buah logam atau material maka akan menimbulkan energi panas yang akan menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik, akan tetapi tidak semua struktur mikro dan sifat mekaniknya berubah setelah melami gesekan dan diberi tekanan.



Gambar 7. Daerah pengelasan

1. Daerah inti atau yang berwarna merah adalah daerah utama pengelasan yang mengalami pembekuan. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (*columnar grains*).

2. *Heat Affected Zone* (HAZ) adalah daerah yang mengalami perubahanstruktur mikro dan sifat-sifat mekanismenya akibat pengaruh dari panas yang dihasilkan pada daerah inti. Daerah HAZ merupakan daerah palingkritis dari sambungan las, karena selain berubah strukturnya juga terjadi perubahan sifat pada daerah tersebut.
3. Logam Induk adalah daerah dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik.
4. *Flash* adalah lelehan yang keluar dari pusat bidang gesekan dan tempaan.
(Wiryosumarto,H dan Okumura,H 2000).

Keuntungan menggunakan proses penyambungan dengan las gesek antara lain :

- Distorsi atau kecacatan dalam proses penyambungan las gesek dapat diminimalisir sehingga hasil dari penyambungan dengan las gesek menjadi nilai tambah.
- Hasil dari penyambungan menggunakan las gesek memiliki karakteristik fatik yang baik.
- Dalam proses penyambungan dengan las gesek tidak memerlukan logam pengisi sebagai logam tambahan dalam pengelasan.
- Tidak memerlukan banyak pengontrolan seperti pada pengelasan busur listrik.
- Pengelasan gesek dapat menghasilkan kualitas pengelasan yang tinggi dalamwaktu singkat.

- Proses pengelasan gesek dapat digunakan untuk menyambung dua Jenis logam yang berbeda.

B. Alumunium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik. Kebanyakan alumunium digunakan untuk peralatan rumah tangga, tetapi alumunium juga digunakan sebagai material untuk pembuatan pesawat terbang, mobil, kapal laut dan kontruksi. Penambahan unsur Cu, Mg, Si, Mn, Zn, atau SI dalam paduan alumunium ditujukan untuk menambah sifat mekanik atau fisik sehingga didapat sifat-sifat yang lain, seperti koefisien pemuaian rendah, ketahanan aus dan lain sebagainya (Supriyanto,2009).



Gambar 8. Aluminium (Laboratorium Matrial Universitas Lampung).

Aluminium ditemukan pada tahun 1825 oleh *Hans Christian Oersted*, dan kemudian diakui secara ilmu pengetahuan (F. Wohler, 1827). Sumber unsur ini

tidak terdapat bebas, bijih utamanya adalah Bauksit. Penggunaan Aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, kerangka kapal terbang, mobil dan berbagai produk peralatan rumah tangga. Senyawanya dapat digunakan sebagai obat, penjernih air, fotografi serta sebagai ramuan cat, bahan pewarna, ampelas dan permata sintesis (Surdia dan Saito, 1992).

Secara umum Aluminium dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu aluminium murni dan paduan. :

1. Aluminium Murni

Aluminium 99% tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki kekuatan tensil sebesar 90 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain.

2. Aluminium Paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium sebelum tahun 1970. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal, atau granula dalam logam. Namun, kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuannya

C. Magnesium

Magnesium adalah salah satu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dalam tabel periodik dengan nomor atom 12 serta berat atom 24,31. Magnesium adalah elemen terbanyak kedelapan yang membentuk 2% berat kulit bumi, serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Magnesium merupakan salah satu jenis logam ringan dengan karakteristik sama dengan aluminium tetapi magnesium memiliki titik cair yang lebih rendah dari pada aluminium.

Magnesium sebagai bahan logam mempunyai peran penting sebagai implan biomaterial dan mengganti jaringan tulang yang telah rusak, juga dapat digunakan sebagai fotografi, *flares*, *pyrotechnics*, dan termasuk *incendiary bombs*. Magnesium sepertiga lebih ringan dari Aluminium dan dalam campurannya logam digunakan sebagai bahan konstruksi pesawat dan *missile*. Logam ini memperbaiki karakter mekanik, fabrikasi dan las Aluminium ketika digunakan sebagai *alloying agent*.

Magnesium juga digunakan sebagai agen pereduksi dalam produksi uranium murni dan logam-logam lain dari garam-garamnya. Hidroksida (*milk of magnesia*), klorida, sulfat (*Epsom salts*) dan sitrat digunakan dalam dunia kedokteran. Magnesium merupakan kation terbanyak ke empat di dalam tubuh dan kation terbanyak kedua di dalam intraseluler setelah potasium. Magnesium (Mg) mempunyai peranan penting dalam struktur dan fungsi tubuh manusia. Tubuh manusia dewasa mengandung kira-kira 25 gram magnesium. Total

magnesium dalam tubuh laki-laki dewasa diperkirakan 1 mol (24 g) (Topf and Murray, 2003).



Gambar 9. Magnesium murni

Saat ini magnesium (Mg) digunakan dalam aplikasi bahan struktural dan non-struktural dimana pertimbangan berat yang rendah (light weight) sangat diutamakan. Paduan magnesium banyak diaplikasikan untuk komponen pesawat terbang dan komponen rudal, peralatan penanganan material, perkakas listrik portabel, barang olahraga, dan komponen ringan umum. Paduan ini tersedia sebagai produk cor/tuang (seperti bingkai kamera) atau sebagai produk tempa (seperti konstruksi dan bentuk balok/batangan, benda tempa, dan gulungan dan lembar plat). Paduan magnesium juga digunakan dalam percetakan dan mesin tekstil untuk meminimalkan gaya inersia dalam komponen berkecepatan tinggi. Karena tidak cukup kuat dalam bentuk yang murni, magnesium dipadukan dengan berbagai elemen untuk mendapatkan sifat khusus tertentu, terutama kekuatan untuk rasio berat yang tinggi.

Berbagai paduan magnesium memiliki pengecoran, pembentukan, dan karakteristik permesinan yang baik. Karena magnesium mengoksidasi dengan cepat (*pyrophoric*), ada resiko/bahaya kebakaran, dan tindakan pencegahan yang harus diambil ketika proses permesinan, grinding, atau pengecoran pasir magnesium. Meskipun demikian produk yang terbuat dari magnesium dan paduannya tidak menimbulkan bahaya kebakaran selama penggunaannya normal. Sifat-sifat mekanik magnesium terutama memiliki kekuatan tarik yang sangat rendah. Oleh karena itu magnesium murni tidak dibuat dalam teknik. Paduan magnesium memiliki sifat-sifat mekanik yang lebih baik serta banyak digunakan. Unsur-unsur paduan dasar magnesium adalah aluminium, seng dan mangan (Hadi, 2008).

D. Pengujian Hasil Pengelasan

Pengujian hasil dari pengelasan mempunyai beberapa metode dalam pengujiannya yaitu uji tarik, pengujian makro dan pengujian kekerasan :

1. Uji Tarik

Pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan dan cacat yang terjadi pada sambungan logam hasil pengelasan dapat dilakukan dengan pengujian merusak dan pengujian tidak merusak. Pengujian merusak dapat dilakukan dengan uji mekanik untuk mengetahui kekuatan sambungan logam hasil pengelasan, yang salah satunya dapat dilakukan suatu uji tarik yang telah distandarisasi. Kekuatan tarik sambungan las sangat dipengaruhi oleh sifat

logam induk, daerah HAZ, sifat logam las, dan geometri serta distribusi tegangan dalam sambungan (Wiryosumarto, 2000).

Pengujian tarik dibutuhkan batang tarik. Batang tarik, dengan ukuran-ukuran yang dinormalisasikan, dibubut dari spesimen yang akan diuji. Uji tarik merupakan salah satu dari beberapa pengujian yang umum digunakan untuk mengetahui sifat mekanik dari satu material. Dalam bentuk yang sederhana, uji tarik dilakukan dengan menjepit kedua ujung spesimen uji tarik pada rangka beban uji tarik. Gaya tarik terhadap spesimen uji tarik diberikan oleh mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*) yang menyebabkan terjadinya pemanjangan spesimen uji dan sampai terjadi patah. (Tony, 2005).

Dalam pengujian, spesimen uji dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Tegangan: } = \frac{F}{A_0} (\text{kgf/mm}^2) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: F = beban (kgf)

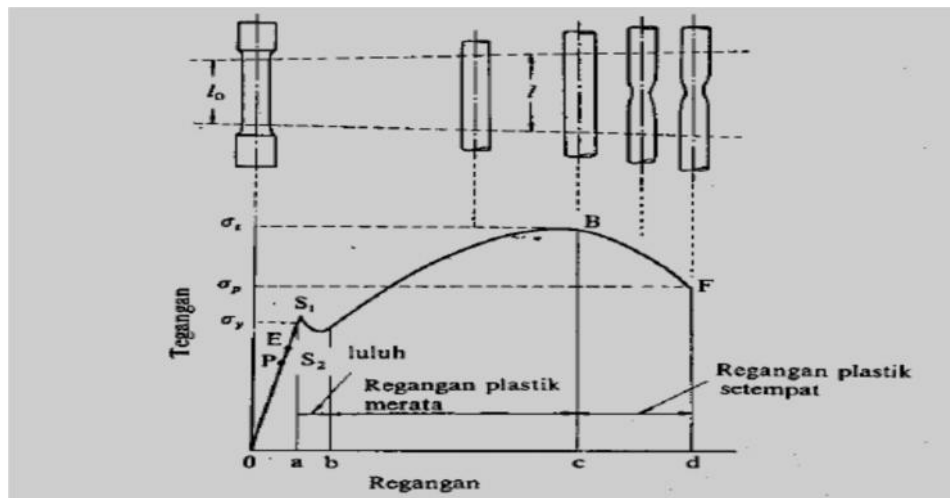
A_0 = luas mula dari penampang batang uji (mm^2)

$$\text{Regangan: } = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana: L_0 = panjang mula dari batang uji (mm)

L = panjang batang uji yang dibebani (mm)

Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat dalam gambar 5. Titik P menunjukkan batas dimana hukum Hooke masih berlaku dan disebut batas proporsi, dan titik E menunjukkan batas dimana bila beban diturunkan ke nol lagi tidak akan terjadi perpanjangan tetap pada batang uji dan disebut batas elastic. Titik E sukar ditentukan dengan tepat karena itu biasanya ditentukan batas *elastic* dengan perpanjangan tetap sebesar 0,005% sampai 0,01%. Titik S1 disebut titik luluh atas dan titik S2 titik luluh bawah. Pada beberapa logam batas luluh ini tidak kelihatan dalam diagram tegangan-regangan, dan dalam hal ini tegangan luluhnya ditentukan sebagai tegangan dengan regangan sebesar 0,2%. (Wiryosumarto, 2000).

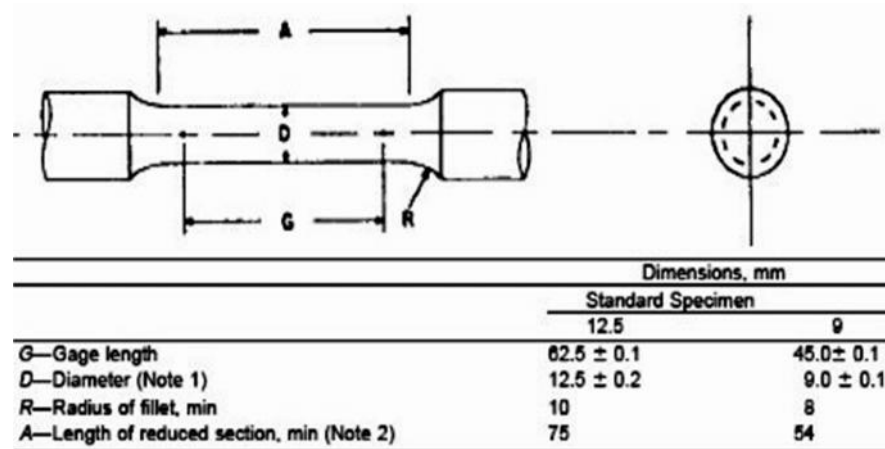


Gambar 10. Kurva tegang-regangan teknik (Wiryosumarto, 2000)

Uji tarik suatu material dapat dilakukan dengan menggunakan *universal testing machine*. Benda uji dijepit pada mesin uji tarik, kemudian beban static dinaikkan secara bertahap sampai specimen putus. Besarnya beban dan pertambahan panjang dihubungkan langsung dengan *plotter*, sehingga

diperoleh grafik tegangan (Kgf/mm^2) dan regangan (%) yang memberikan informasi data berupa tegangan luluh (y_s), tegangan *ultimate* (ult), modulus elastisitas bahan (E), ketangguhan dan keuletan sambungan las yang diuji tarik.

Dalam penelitian ini spesimen mengikuti setandar uji tarik ASTM E8 seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 11. Sampel standar uji tarik E8 ASTM volume 3

2. Pengujian Makro

Struktur makro adalah suatu butiran-butiran benda logam yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, sehingga perlu menggunakan makroskop optik untuk pemeriksaan butiran-butiran logam tersebut. Struktur material berkaitan dengan komposisi, sifat, sejarah dan kinerja pengolahan, sehingga dengan mempelajari struktur mikro akan memberikan informasi yang menghubungkan komposisi atau pengolahan sifat dan kinerjanya. Analisis struktur makro digunakan untuk menentukan apakah parameter struktur berada dalam spesifikasi tertentu dan didalam penelitian digunakan

untuk menentukan perubahan-perubahan struktur makro yang terjadi sebagai akibat komposisi atau perlakuan panas.

Analisa makro adalah suatu analisa mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Dengan analisa makro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanis dan sifat fisis sangat dipengaruhi oleh makro struktur logam dan paduannya. Struktur makro dari logam dapat diubah dengan perlakuan panas ataupun dengan proses perubahan bentuk (deformasi) dari logam yang akan diuji.

3. Pengujian Kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan material terhadap penetrasi sementara. Untuk para insinyur desain nilai tersebut adalah ukuran dari tegangan alir, untuk insinyur lubrikasi kekerasan berarti ketahanan terhadap mekanisme keausan, untuk para insinyur mineralogy nilai itu adalah ketahanan terhadap goresan, dan untuk para mekanik *workshop* lebih bermakna kepada ketahanan material terhadap pemotongan dari alat potong.

Begitu banyak konsep kekerasan material yang dipahami oleh kelompok ilmu, walaupun demikian konsep-konsep tersebut dapat dihubungkan pada satu mekanisme yaitu tegangan alir plastis dari material yang diuji.

Dari uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa kekerasan suatu benda atau material dapat didefinisikan menjadi kekuatan material pada saat mendapat

tekanan dari material yang lebih keras. Berdasarkan uraiannya uji kekerasan dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Metode Gores
2. Metode *elastic/pantul (rebound)*
3. Metode Identasi

Metode yang digunakan dalam metode Identasi yaitu :

- a. Ball indentation test (*Brinell*)

Pada pengujian ini kekerasan diuji dengan menggunakan bola baja, yang akan tekankan pada permukaan.

- b. Pyramida indentation (*Vickers*)

Pada pengujian ini kekerasan diuji dengan menggunakan itan berbentuk piramida dengan sudut pucuk 136 Derajat yang akan ditekankan pada permukaan.

- c. Cone indentation test (*Rockwell*)

Skala umum yang dipakai oleh pengujian *Rockwell* yaitu :

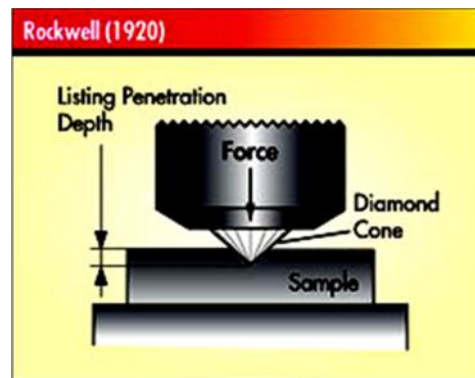
- *Hra* (Untuk Material Yang Sangat Keras)
- *HRb* (Untuk Material Yang Lunak)

Identor berupa bola baja dengandiameter 1/16 Inchi dan beban uji 100 Kgf.

- *HRc* (Untuk Material Dengan Kekerasan Sedang). (Ika Wahyuni,Dkk. 2013)

Dalam penelitian ini metode uji kekerasan yang digunakan adalah metode cone indentation test (*Rockwell*).

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (spesimen) yang berupa bola baja yang ditekan pada permukaan material. Pengukurannya dapat dilakukan dengan bantuan sebuah kerucut intan dengan sudut puncak 120° dan ujungnya yang dibulatkan sebagai benda pendesak (indenter). Cara pengujian metode Rockwell adalah dengan menekankan penetrator ke dalam benda kerja dengan pembebanan, dan kedalaman indentasi akan memberikan harga kekerasan yang dapat dilihat pada dial (Callister, 2000). Pada penelitian ini digunakan metode Rockwell dengan indenter bola baja diameter 1/8 inchi dengan beban mayor 100 kg (HRe).



Gambar 12. Metode pengujian kekerasan Rockwell (Callister, 2000)

III. METODE PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di beberapa tempat, yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan spesimen dan pengelasan dilakukan di Laboratorium Produksi Universitas Lampung, Bandar Lampung.
2. Pengujian tarik dan struktur makro dilakukan di Laboratorium Material Universitas Lampung, Bandar Lampung.

2. Alat dan Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

a. Magnesium AZ31B

Magnesium AZ31B adalah bahan material yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Material Magnesium AZ31B (*Analysis of surface integrity in dry and cryogenic machining of AZ31B Mg Alloys*, 2011)

Tabel 1. Karakteristik fisik dan thermal material paduan magnesium AZ31B .

Density [g/cm^3]	1,738 g/cm^3
Titik leleh	650 ⁰ c
Titik didih	1107 \pm 10 ⁰ c
Kekutan tarik	21 – 140 N/m^2
Kekutan tekan	21 – 115 N/m^2
Kekerasan	30 – 47 HB

b. Aluminium AL13

Alumunium AL13 adalah bahan material yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Aluminium AL 13

Tabel 2. Karakteristik fisik dan thermal material paduan Aluminium AL13

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al, 13
Sifat Fisik	
Wujud	Padat
Massa jenis	2.70 gram/cm^3
Massa jenis pada wujud cair	2.375 gram/cm^3
Titik lebur	933.47 K, 660.32 $^{\circ}\text{C}$, 1220.58 ^{oF}
Titik didih	2792 K, 2519 $^{\circ}\text{C}$, 4566 $^{\circ}\text{F}$
Kalor jenis (25 $^{\circ}\text{C}$)	24.2 J/mol K
Resistansi listrik (20 $^{\circ}\text{C}$)	28.2 $\text{n}\Omega \text{ m}$
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 $^{\circ}\text{C}$)	23.1 $\mu\text{m/m K}$
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0.35
Kekerasan skala Mohs	2.75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinell	245 Mpa

c. Mesin bubut

Mesin bubut digunakan sebagai alat untuk melakukan pembuatan spesimen dan melakukan pengelasan *friction welding*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Mesin bubut

SPESIFIKASI MESIN BUBUT

Merk	: PINACHO	<u>MOTOR</u>
Type	: S-90/200	Main Motor Power : 4 Kw
Penyerahan	: 22-8-2000	Pump Motor Power : 0.06 Kw
Buatan	: SPAIN, JULY 1999	

SPESIFIKASI

Central High	: 200 mm	Swing Over Carriage	: 370 mm
Central Distance	: 750 – 1150 mm	Swing Cross Slide	: 210 mm
Swing Over Bed	: 400 mm	Bed width	: 300 mm
Swing Over Grap	: 600 mm		

d. Mesin Gergaji

Mesin gergaji digunakan sebagai alat untuk memotong magnesium dan alumunium AL13, seperti yang ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16. Mesin Gergaji

SPESIFIKASI

Model	: Rex – 16 sp
Cutting Cup	: Rectangel 4,9'' × 7'' (125 × 180 mm) / Circel 7'' (180 mm)
Saw Blade	: 16'' × 1'' × 0,049'' (400 × 25 × 1,25 mm)
Strokes / Minute	: 60 & 80
Stroke	: 90 & 150
Coolant Tank Cap	: 2 Liter
Motor	: ½ HP / 0,25 kw / 220
Net Weight	: 95 kg
Mitre Angel	:95

e. Mesin uji tarik

Mesin uji tarik digunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik magnesium dan aluminium AL13 yang telah dilas, seperti yang ditunjukkan pada gambar 17.



Gambar 17. Mesin uji tarik, (Azhari Sastranegara, 2014)

SPESIFIKASI

Merk : MFL Piuf-Und Me Bsysteme GmbH D 6800 Mannheim

Kapasitas : 100 kN

Tipe : U PD 10

Tahun : 1982

memiliki tiga skala pengukuran beban :

A = 0 s/d 20 kN

A+B = 0 s/d 50 kN

A+B+C = 0 s/d 100 kN

f. Mikroskop USB

Mikroskop digunakan untuk melihat hasil lasan pada magnesium dan aluminium AL13, seperti yang ditunjukkan pada gambar 18.



Gambar 18. Mikroskop USB

SPESIFIKASI

Body	: Metal & Plastik
Lensa Objektif	: Acromatik 5x -200×
Fokus	: Manual
Dudukan Preparat	: Penggeser
Pencahayaan	: LED
Resolusi	: 5 mp Digital Camera Cmos
Konektor	: USB 2,0

g. Alat uji kekerasan rockwell

Alat uji kekerasan digunakan untuk mengetahui kekerasan didaerah lasan pada magnesium dan alumunium AL13 AL13, seperti yang ditunjukkan pada gambar 19.



Gambar 19. Alat uji kekerasan rockwell

Nama alat : *Rockwell Hardness Tester*

Merk : AFFRI Seri 206.RT – 206.RTS

Loading : *Maximum 150 KP*

Minimum 60 KP

SPESIFIKASI

HRC Load : 150 KP

HRD Load : 100 KP

Indentor : Kerucut intan 120°

Indentor : Kerucut intan 120°

HRB Load : 100 KP

HRF Load : 60 KP

Indentor : *Steel Ball Ø 1/16"*

Indentor : *Steel Ball Ø 1/16"*

HRA Load : 60 KP

HRG Load : 150 KP

Indentor : Kerucut intan 120°

Indentor : *Steel Ball Ø 1/16"*

3. Pelaksanaan Penelitian

Proses pengelasan dengan metode *friction welding* dilakukan di Laboratorium Produksi Universitas Lampung, Bandar Lampung dimana parameter pengerjaannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Parameter pengelasan

No	D (mm)	L (mm)	L _p (mm)	N (rpm)
1	12			1400
2				
3				

Tabel 3. menunjukkan parameter yang digunakan dalam eksperimen pengelasan gesek, diameter benda uji (D), panjang benda uji (L), panjang benda uji setelah proses penyambungan (L_p), kecepatan putar *spindle* (N), dan waktu penekanan gesek (t).

Adapun tahapan pengerjaan pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan benda uji untuk pengelasan, bahan magnesium AZ31B dan aluminium AL13 dengan ukuran panjang 20 cm dan berdiameter 12 mm.
2. Prosedur Pengelasan:
 - a. Mempersiapkan mesin bubut
 - b. Mempersiapkan benda kerja pada mesin bubut untuk melakukan pengelasan.
 - c. Melakukan proses penyambungan dengan *friction welding* dengan mencatat parameter yang diperlukan.
 - d. Mesin memutar benda kerja kemudian proses pengelasan terjadi pada saat benda kerja yang tidak berputar dikontakkan dengan benda kerja yang berputar dibawah tekanan konstan atau meningkat secara

bertahap, sampai kedua permukaan mencapai suhu pengelasan dan kemudian putaran dihentikan dan terjadi proses penyatuan material magnesium AZ31B dan aluminium AL13.

- e. Proses selesai, spesimen dipindahkan dan dimasukkan ke dalam busur.
- f. Kemudian membentuk spesimen sesuai dengan standar pengujian.

4. Pengujian Kualitas Lasan

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan standar ASTM E-8.

Proses pengujian dimulai dengan meletakkan kertas *millimeter block* pada *plotter*. Kemudian mengukur benda uji dengan menggunakan tenaga hidrolik dimulai dari 0 kg dan terus bertambah hingga benda putus pada beban maksimum. Setelah benda uji putus kemudian diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus. Untuk melihat beban dan gaya maksimum benda uji terdapat layar digital dan dicatat sebagai data. Setelah semua data diperoleh kemudian menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan perpanjangan benda.

Tabel 4. Data uji tarik

RPM	t (Menit)	Kekuatan tarik (Mpa)	Regangan (%)
1400	3		
	5		
	10		

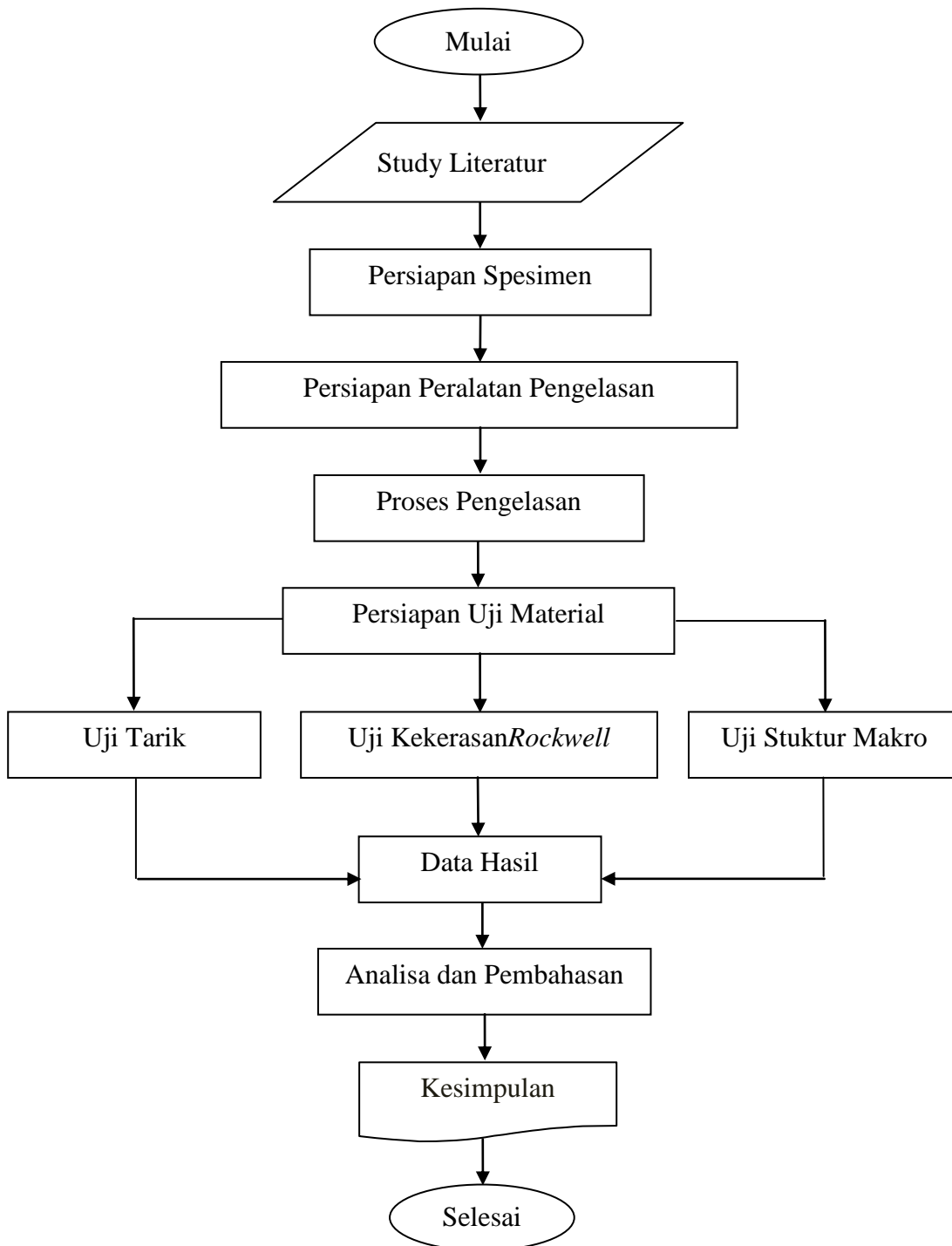
2. Pengujian struktur makro

Mengamati benda uji dengan mikroskop dengan pembesaran 5x pada bagian *weld zone* dan *HAZ*.

3. Pengujian kekerasan

Sebelum pengujian dimulai, pasang indentor terlebih dahulu sesuai dengan jenis pengujian yang diinginkan, yaitu indentor bola baja atau kerucut intan. Setelah indentor terpasang letakkan *specimen* yang akan diuji kekerasannya ditempat yang tersedia dan menyetel beban yang akan digunakan untuk proses penekanan . Untuk mengetahui nilai kekerasannya dapat dilihat pada jarum yang terpasang pada alat ukur berupa dial *indicator pointer*.

5. Diagram Alur Penelitian



Gambar 20. Diagram alur penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang pengaruh variasi waktu kontak *friction welding* terhadap kualitas hasil pengelasan magnesium AZ-31-alumunium AL13 dapat diambil kesimpulan :

1. Dari hasil pengelasan *friction welding* dengan variasi waktu kontak 3 menit, 5 menit, dan 10 menit menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda-beda. Kekuatan tarik terbesar dihasilkan oleh waktu kontak 10 menit dengan nilai TS sebesar 23,264 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada waktu kontak 3 menit dengan nilai TS sebesar 14,257 MPa. Dan waktu kontak 5 menit didapatkan nilai TS sebesar 15,765 Mpa.
2. Cacat yang terjadi pada hasil las *friction welding* pada magnesium AZ-31 adalah cacat retak, kurangnya penetrasi, terperangkapnya udara pada logam las (*porosity*) dan sambungan yang kurang baik antara kedua material yang disambung, hal ini disebabkan perbedaan titik lumer antara magnesium dan alumunium AL13. Hal ini mempengaruhi hasil pengujian tarik.

3. Hasil foto makro menunjukkan adanya perbedaan struktur makro dari variasi waktu kontak yang berbeda. Dimana struktur makro pada variasi waktu kontak 5 menit mengalami cacat retak paling banyak dibanding variasi lainnya, Hal ini dikarenakan alumunium AL13 belum mencapai titik lumer secara baik kemudian diberikan beban tekan.

B. Saran

Karena pada umumnya magnesium AZ-31 dan alumunium AL13 mempunyai sifat non *heat treatable*. Agar mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi pada pengelasan *Friction welding* pada magnesium AZ-31- alumunium AL13 posisi material setelah disambung diusahakan tetap sejajar selain itu perlu dilakukan pengujian lebih lanjut seperti uji *impact* dan uji puntir. Karena waktu kontak selama 10 menit merupakan waktu kontak yang optimum dibandingkan dengan waktu kontak selama 3 menit dan 5 menit maka disarankan dteliti lebih jauh untuk waktu kontak diatas 10 menit. Pada proses pengelasan ketersediaan dan perlengkapan peralatan las harus sesuai. Karena pada saat pengelasan *Fiction welding* pada magnesium AZ-31- alumunium AL13 banyak faktor yang harus diperhatikan seperti dari parameter pengelasan, besar tekanan tempa, dan kebersihan material.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Prabowo, 2005. *Pengaruh Parameter Traveling Speed Pada Proses Friction Stir Welding (FSW) Pelat Al 1100-H8 Terhadap Kualitas Hasil Lasan*. Universitas Lampung
- Arifin, S. (2004), *Analisis Pengaruh Perlakuan Pemanasan Analisis Terhadap Ketahanan Korosi Aluminium Seri 6063 Dalam Lingkungan Metanol-Asam Klorida Dengan Metode Elektrokimia*, Tugas akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Callister Jr.,W.D., 2000, "Fundamentals of Materials Science and Engineering", Interactive e Text, John Wiley & Sons, Fifth Edition, pp. 177 – 181.
- Fenny Setiawan, 2014. *Karakterisasi penyalaan magnesium AZ31 pada proses bubut menggunakan aplikasi termografi*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- Hendi Saputra, 2014. *Analisis pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik baja st37 pasca pengelasan menggunakan las listrik*. Jurnal Ilmiah, Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan.
- Heri Wibowo, 2006. *Pengaruh Bahan Dissimilar Metal Pada Pengelasan MAG (Metal Aktive Gas) Terhadap Laju Korosi*. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31045/4/Chapter%20II.pdf>.
Diunduh pada tanggal 04 januari 2015, pukul 11.00 WIB.
- H.Kuscu, I. Becenen, M. Sahin,2008, *Evaluation of Temperature and Properties at Interface of AISI 1040 Steel Joined by Friction Welding*, Assembly Automation, Vol 28, pp.308-316
- Ika Wahyuni, Dkk, 2013, *Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell*. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Muhammad Iswar, Rafiuddin Syam, 2012. *Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan (Putaran dan Temperatur) Terhadap Kekuatan Sambungan Las Hasil Friction Welding Pada Baja Karbon Rendah*. Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

Topf JM, Murray PT. 2003. Hypomagnesemia and hypermagnesemia. *Rev Endoc Metab Disord*. 4:195-206.

Satoto, Ibnu, 2002, *Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Dan Struktur Makro Lasan Stainless Steel Dengan Las Gesek (Friction Welding)*, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta

Tony F., 2005. *Operating Instructions. Instron 5582 Universal Tester*.

Wiriyosutomo, H dan Okumura, T. (2000), *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta, PT. Pradnya Paramitha.