

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
ANALISA VARIASI SUDUT KAMPUH V TUNGGAL
TERHADAP UJI TARIK DENGAN PENGELASAN
TIG PADA BAJA ST 37

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

MUHAMMAD BAYU SUWANDIKA

1107230047



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA VARIASI SUDUT KAMPUH V TUNGGAL
TERHADAP UJI TARIK DENGAN PENGELASAN
TIG PADA BAJA ST 37**

Disusun Oleh :

MUHAMMAD BAYU SUWANDIKA
1107230047

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing – I



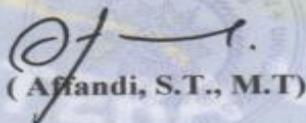
(Ir. Raskita S. Meliala)

Dosen Pembimbing – II



(Sudirman Lubis, S.T., M.T)

Diketahui oleh :
Ketua Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA VARIASI SUDUT KAMPUH V TUNGGAL
TERHADAP UJI TARIK DENGAN PENGELASAN
TIG PADA BAJA ST 37**

Disusun Oleh :

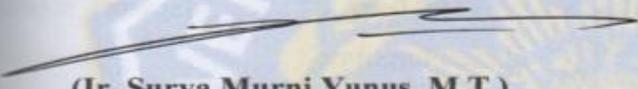
MUHAMMAD BAYU SUWANDIKA

1107230047

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 15 September 2018

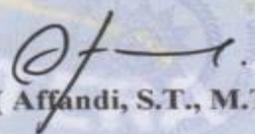
Dosen Pembanding – I

Dosen Pembanding – II


(Ir. Surya Murni Yunus, M.T.)


(H. Muharif, S.T., M.Sc)

Diketahui oleh :
Ketua Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6611233

Website : <http://www.umsu.ac.id>

perwabsurati agar disebut
nantangainya

**LEMBAR SPESIFIKASI
TUGAS AKHIR**

NAMA : Muhammad Bayu Suwandika
NPM : 1107230047
Semester : XIII (Tiga Belas)
Spesifikasi :

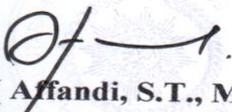
**ANALISA VARIASI SUDUT KAMPUH V TUNGGAL TERHADAP UJI
MARIK DENGAN PENGELASAN TIG PADA BAJA ST 37".**

Diberikan Tanggal : 20 Februari 2017
Selesai Tanggal : 20 April 2017
Asistensi : Seminggu Sekali
Tempat Asistensi : Laboratorium Politeknik Negeri Medan

Medan, 20 Februari 2017

Diketahui oleh :
Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I


(Affandi, S.T., M.T)


(Ir. Raskita S. Meliala)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567

6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238

Website : <http://www.umsu.ac.id>

Dalam setiap wabsumtini agar disebutkan
tanggal dan waktunya

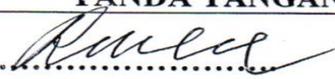
**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

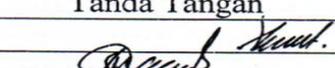
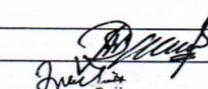
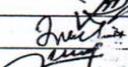
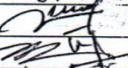
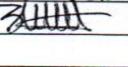
NAMA : Muhammad Bayu Suwandika
NPM : 1107230047
PEMBIMBING I : Ir.Raskita S. Meliala
PEMBIMBING II : Sudirman Lubis, S.T, MT

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	25 - 2 - 2017	Perbaiki kalamar-kali mat yang janggal	Sh
2.	27 - 2 - 2017	Tabel waktu pada metode penelitian diperbaiki	Sh.
3.	5 - 3 - 2017	Lanjutkan ke Bab II	Sh.
4.	10 - 3 - 2017	Lanjutkan ke bab III	Sh.
5.	16 - 3 - 2017	labuhan uji tarik untuk tiap ² sampel	Sh
6.	19 - 3 - 2017	buat hasil tiap ²	Sh
7.	30 - 3 - 2017	pengujian . keluaran tarik rata ²	Sh
8.	6 - 4 - 2017	Uji tarik tiap ² sampel	Sh
9.	20 - 4 - 2017	buat regangan rata ² tiap di gambar	Sh

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

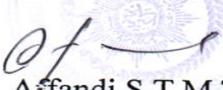
Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Bayu Suwandika
 NPM : 1107230047
 Judul Tugas Akhir : Analisa Variasi Sudut kampuh V Tunggal Terhadap Uji Tarik Dengan Penegelasan Tig Pada baja ST 37.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Ir.Raskita .S.M	: 
Pembimbing – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:
Pembanding – I	: Ir.Surya Murni Yunus.M.T	: 
Pembanding – II	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230166	Ahmad dani .s. tumanggor	
2	1307230103	Muhammad Rizky Nasution	
3	1307230023	HARIS - FRADILAH	
4	1307230296	Ahmad Rido Siregar	
5	1107230084	MAHADI KESUMA	
6	1107230090	M. Rizky Maulana - C	
7	1207230296		
8			
9			
10			

Medan, 05 Muharram 1440 H
15 September 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


Afandi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Bayu Suwandika
NPM : 1107230047
Judul T.Akhir : Analisa Variasi Sudut kampuh V Tunggal Terhadap Uji Tarik Dengan Pengelasan Tig Pada Baja ST 37

Dosen Pembimbing – I : Ir.Raskita S.Meliala
Dosen Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.t
Dosen Pemanding - I : Ir.Surya Murni Yunus.M.T
Dosen Pemanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

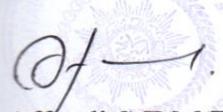
.....*Si Arif Cahtam Arif*.....
.....*S.kemp*.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 05 Muharram 1440H
15 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I



Ir.Surya Murni Yunus.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Bayu Suwandika
NPM : 1107230047
Judul T.Akhir : Analisa Variasi Sudut kampuh V Tunggal Terhadap Uji Tarik Dengan Pengelasan Tig Pada Baja ST 37

Dosen Pembimbing – I : Ir.Raskita S.Meliala
Dosen Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.t
Dosen Pembanding - I : Ir.Surya Murni Yunus.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

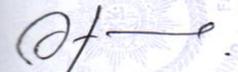
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Lihat bucu sripsi

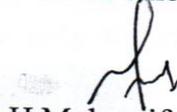
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 05 Muharram 1440H
15 September 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Bayu Suwandika
Tempat/Tgl Lahir : Sosa, 30 Juli 1993
NPM : 1107230047
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

ANALISA VARIASI SUDUT KAMPUH V TUNGGAL TERHADAP UJI TARIK DENGAN PENGELASAN TIG PADA BAJA ST 37.

Bukan merupakan plagiarisme, pencuri hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karna hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara originil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi mengatakan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, *15 September*.....2018

Saya yang menyatakan.



MUHAMMAD BAYU SUWANDIKA

ABSTRAK

Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu. Di dalam dunia teknik pengelasan atau dunia industri saat ini baja karbon rendah merupakan salah satu logam yang sering digunakan dalam pembangunan konstruksi. Salah satu masalah yang sering terjadi dalam penggunaan baja sebagai bahan dasar konstruksi adalah baja mempunyai sifat yang mudah mengalami patahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sifat mekanik hasil pengelasan TIG dengan variasi sudut kampuh v . Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dan jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Untuk memperoleh hasil tentang analisis besarnya kekuatan tarik baja ST37 yang telah mengalami pengelasan TIG dengan variasi sudut kampuh, data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif, yakni menjabarkan perbandingan spesimen yang diberi perlakuan secara berbeda-beda ketika proses pengelasannya. Nilai dari hasil uji kekuatan tarik setiap kelompok di rata-rata kemudian di bandingkan dengan nilai rata-rata uji kelompok yang lain. Hasil perbandingan uji kekuatan tarik dan kelompok kemudian dianalisis. Dari penelitian diperoleh nilai tegangan (σ) rata-rata sudut kampuh 60^0 sebesar $448,708 \text{ N/mm}^2$ dan sudut kampuh 70^0 sebesar $396,31 \text{ N/mm}^2$. Nilai regangan (ϵ) rata-rata pada spesimen sudut kampuh 60^0 sebesar $5,99\%$ dan sudut kampuh 70^0 sebesar $4,49 \%$. Nilai modulus elastisitas (E) rata-rata sudut kampuh 60^0 sebesar $74,917 \text{ N/mm}^2$ dan sudut kampuh 70^0 sebesar $88,258 \text{ N/mm}^2$. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa besarnya sudut kampuh v tunggal yang dipakai saat pengelasan sangat berpengaruh terhadap ketangguhan nilai uji tarik suatu specimen hal ini dapat diperkuat dengan data hasil uji tarik.

Kata Kunci : Sudut Kampuh, Las TIG, Uji Tarik

ABSTRACT

Welding is a metal transplanning technique by liquefying several parent metals and fill metals with or without adding metal and producing continuous metals. In the world of welding techniques or the industrial world today low carbon steel is one of the most commonly used metals in construction. One of the most common problems in the use of steel as a construction base is that steel has a fragile nature. This study aims to find out how the mechanical properties of TIG welding with variations of tilt angle v . This research use experimental research method and this research type is quantitative research. To obtain the result of ST37 steel tensile strength analysis which has experienced TIG welding with variation of slope angle, the data obtained were analyzed by using descriptive analysis, which describes the comparison of specimens treated differently during the welding process. The value of the tensile strength test results of each average group is then compared with the average value of the other test groups. The result of comparison of tensile strength test and group then analyzed. From the research result, the mean value of stress (σ) of 60° mile angle is $448.708 \text{ N} / \text{mm}^2$ and 70° angle is $396,31 \text{ N/mm}^2$. The mean value of tensile (ϵ) on the 60° mangle specimen is 5.99% and the 70° hill angle is 4.49% . The average elasticity modulus (E) from the average 60° mile angle is $74.917 \text{ N} / \text{mm}^2$ and the 70° hill angle is $88.258 \text{ N} / \text{mm}^2$. From this test, it can be concluded that the amount of single v -corner used during welding is very influential on the toughness of tensile test value of this specimen can be reinforced with data of tensile test results.

Keywords: Corner of Kampuh, Las TIG, Tensile Test

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Mendengar lagi Maha Melihat dan atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan sahabatnya yang selalu eksis membantu perjuangan beliau dalam menegakkan Dinullah di muka bumi ini. Sehingga tugas akhir yang berjudul “**Analisa Variasi Sudut Kampuh V Tunggal Terhadap Uji Tarik Dengan Pengelasan Tig Pada Baja St 37**” dapat diselesaikan. Tugas akhir ini merupakan syarat terakhir yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Setara Satu (S1), pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penulisan skripsi ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada hingganya kepada :

1. Kedua Orang Tua, Ayahanda Suwanto dan ibu Purnhayati yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Ibu Ir. Raskita S. Meliala, selaku Dosen Pembimbing I atas kritik, saran, motivasi dan bimbingan yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing II atas kritik, saran, motivasi dan bimbingan yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T.,M.Sc selaku wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin dan staf Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas keramahan, dukungan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada Teman-Teman satu perjuangan tugas akhir khususnya kelas B-1 pagi stambuk 11 yang selalu senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam tugas akhir ini.
9. Terima kasih kepada seluruh teman-teman atas pengertian, dukungan dan kebersamaannya dalam mengerjakan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

10. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih banyak.

Tentunya sebagai manusia tidak pernah luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya. Akhirnya ⁱⁱⁱ kepada Allah SWT kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ⁱⁱⁱ t bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT meridhoi dan

Wassalamu'alaikum Warahatullahi Wabarakatuh

Medan, Oktober 2018

Penulis

MUHAMMAD BAYU SUWANDIKA
1107230047

DAFTAR ISI

iv

LEMBARAN PENGESAHAN

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Pengelasan.....	6
2.2 Pengelasan <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> (GTAW)	18
2.3 Baja.....	20
2.4 Uji Tarik (<i>Tensile</i>).....	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31

3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.2.	Alat dan Bahan.....	31
3.3	Diagram Alir F v	35
3.4	Prosedur Penelitian	37
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Hasil Pengujian	40
4.2	Pembahasan	40
BAB 5	PENUTUP	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi cara pengelasan	8
Gambar 2.2 Daerah las	13
Gambar 2.3 Jenis-jenis sambungan las	17
Gambar 2.4 Diagram tegangan-regangan	26
Gambar 2.5. Kurva tegangan-regangan rekayasa	30
Gambar 3.1 Gerinda tangan	32
Gambar 3.2 Mesin las yang digunakan	32
Gambar 3.3 Mesin gerinda	33
Gambar 3.4 Alat uji tarik	34
Gambar 3.5. Spesimen uji tarik ST 37	35
Gambar 3.6 Bentuk dan posisi sudut kampuh	35
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian	36
Gambar 3.8 Spesimen sebelum dilakukan pengelasan	37
Gambar 3.9 Spesimen setelah di lakukan pengelasan	38
Gambar 3.10 Spesimen diikat pada dudukan uji tarik	39
Gambar 3.11 Spesimen hasil uji tarik	39
Gambar 4.1 Nilai Tegangan baja ST37 sudut kampuh 60 ⁰ dan 70 ⁰	42
Gambar 4.2 Nilai Regangan baja ST37 sudut kampuh 60 ⁰ dan 70 ⁰	43
Gambar 4.3 Grafik nilai modulus elastisitas baja ST37 sudut kampuh 60 ⁰ dan 70 ⁰	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penggunaan Mesin Las TIG untuk Beberapa Logam	20
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	31
Tabel 4.1	Hasil Uji Tarik	40
Tabel 4.2	Nilai tegangan variasi sudut kampuh 60^0 dan 70^0	41
Tabel 4.3	Nilai regangan variasi sudut kampuh 60^0	42
Tabel 4.4	Nilai regangan variasi sudut kampuh 70^0	43
Tabel 4.5	Nilai modulus elastisitas variasi sudut kampuh 60^0	44
Tabel 4.6	Nilai modulus elastisitas variasi sudut kampuh 70^0	44

DAFTAR NOTASI

H	: Panas Dalam	Joule
E	: Tegangan Listrik	Volt
I	: Kuat Arus	Ampere
t	: Waktu	Detik
σ	: Tegangan	MPa
ε	: Regangan	%
F	: Gaya tarik	N
L_0	: Panjang mula-mula	mm
A_0	: Luas penampang spesimen mula-mula	mm ²
L	: Panjang spesimen akibat beban tarik	mm

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih saat ini, pengelasan telah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang dan perkapalan. Luasnya teknologi pengelasan disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan menggunakan teknik penyambungan ini menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana, sehingga biaya keseluruhannya menjadi lebih murah.

Penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, kendaraan rel dan lain sebagainya.

Di samping untuk pembuatan, 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 macam-macam reparasi lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik, karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan di sekitarnya.

Dalam merancang suatu konstruksi permesinan atau bangunan yang menggunakan sambungan las banyak faktor yang harus diperhatikan seperti keahlian dalam mengelas, pengetahuan yang memadai tentang prosedur pengelasan, sifat-sifat bahan yang akan di las dan lain-lain. Prosedur pengelasan

kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi di mana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu dalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek. Secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las dan jenis las yang akan dipergunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang. Yang termasuk prosedur pengelasan adalah pemilihan parameter las seperti: tegangan busur las, bentuk sambungan, besar sudut sambungan besar arus las, penetrasi, kecepatan pengelasan dan beberapa kondisi standar pengelasan seperti: bentuk alur las, tebal plat, jenis elektroda, diameter inti elektroda, dimana parameter-parameter tersebut mempengaruhi sifat mekanik logam las.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini menggunakan Material baja ST37 yang diberi perlakuan pengelasan dengan variasi sudut kampuh sebesar 60^0 dan 70^0 dengan menggunakan las TIG. Spesimen dilakukan adalah uji tarik bahan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan dari permasalahan yaitu:

1. Jenis Las yang digunakan adalah las TIG.
2. Material yang digunakan adalah Baja ST37.
3. Menggunakan jenis sudut kampuh V tunggal dengan sudut 60^0 dan 70^0
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekuatan tarik

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa variasi sudut kampuh V pada sambungan las TIG terhadap pada baja ST 37.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan dari khusus dari dari penelitian analisa variasi sudut kampuh V tunggal terhadap uji tarik dengan pengelasan TIG pada baja ST 37 adalah :

1. Mengetahui sifat mekanik hasil pengelasan TIG akibat variasi sudut kampuh V baja ST 37. Sifat mekanik bahan yang meliputi tegangan, regangan dan modulus elastisitas.
2. Membandingkan hasil lasan material baja ST 37 akibat variasi sudut kampuh V tunggal.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai peran nyata dalam pengembangan teknologi khususnya pada pengelasan, maka penulis berharap dapat mengambil manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

1. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya di bidang pengelasan.
2. Sebagai informasi bagi juru las untuk meningkat kualitas hasil pengelasan.
3. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penyusunan skripsi ini dapat tersusun secara sistematis dan mempermudah pembaca memahami tulisan ini, maka skripsi ini dibagi dalam beberapa bagian yaitu:

- Bab 1 Pendahuluan (pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dari judul skripsi yang telah ditetapkan, tujuan, manfaat, batasan masalah, sistematika penulisan dan metodologi penulisan skripsi).
- Bab 2 Dasar Teori (pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang berhubungan dengan penulisan skripsi. Dasar teori didapatkan dari berbagai sumber, diantaranya berasal dari: buku - buku pedoman, jurnal, *paper*, tugas akhir, *e-mail*, *e-book*, dan *e-news*).
- Bab 3 Metodologi (pada bab ini akan dibahas mengenai metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan penulisan skripsi. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai langkah-langkah penelitian, pengolahan dan analisa data yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dari topik yang diangkat).
- Bab 4 Hasil Dan Pembahasan (pada bab ini akan dianalisa dan dibahas mengenai data-data yang telah diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan)
- Bab 5 Penutup, pada bab ini berisi kesimpulan dari penulisan tugas akhir dan saran-saran.

BAB 2

LANDASAN TEORI

4

2.1 Pengelasan

2.1.1 Pengertian

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Mengelas menurut Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh.

Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Mawardi (2005), Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas.

Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

2.1.2 Prinsip Kerja Las Listrik

Pada dasarnya las listrik yang menggunakan elektroda karbon maupun logam, menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan benda kerja dapat mencapai temperatur tinggi yang dapat melelehkan sebagian bahan merupakan perkalian antara tegangan listrik (E) dengan kuat arus (I) dan waktu (t) yang dinyatakan dalam satuan panas joule, atau kalori seperti rumus dibawah ini :

$$H = E \times I \times t \quad (2.1)$$

2.1.3 Klasifikasi Pengelasan

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut pada waktu ini dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lainnya, sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya. Bila diadakan klasifikasi yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut di atas akan terburai dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali.

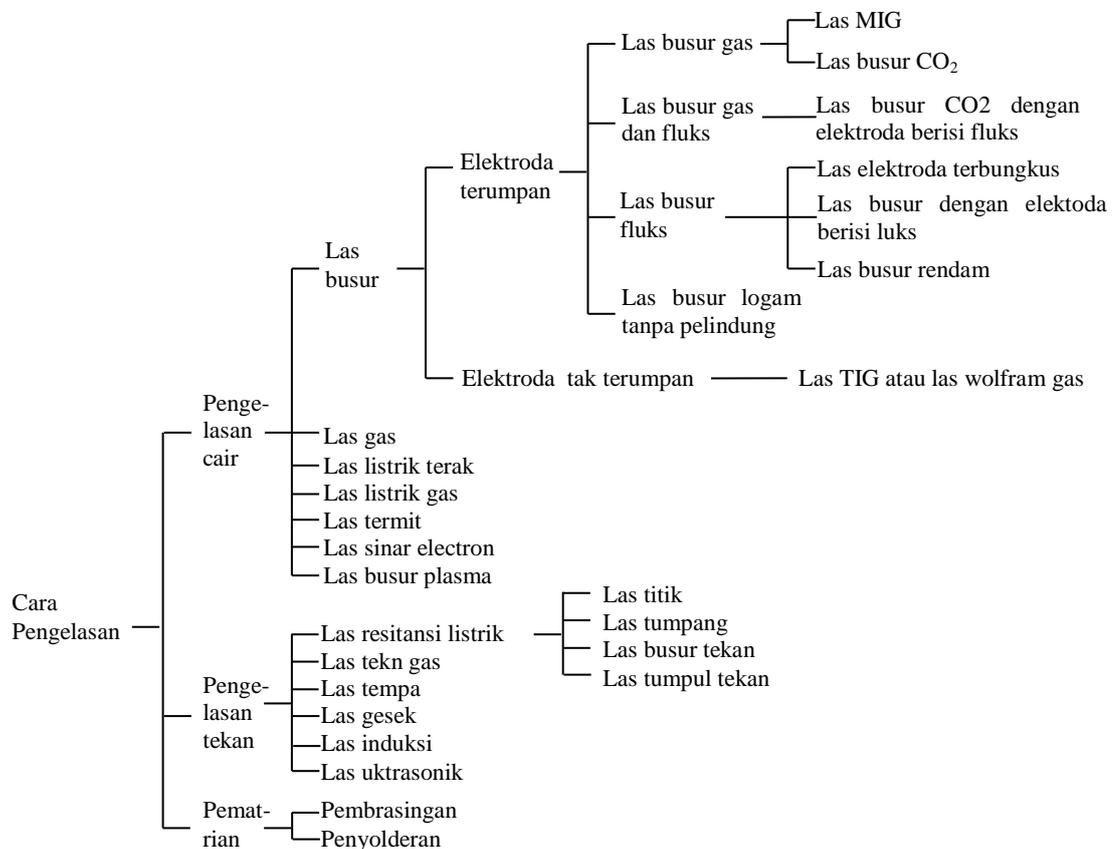
Di antara kedua cara klasifikasi tersebut, kelihatannya klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih banyak digunakan, berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu:

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan sampai

mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.

2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan di mana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut mencair.

Perincian lebih lanjut dari klasifikasi ini dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Klasifikasi cara pengelasan

2.1.4 Klasifikasi Kawat Elektroda Dan Fluksi

2.1.4.1 Fluksi

Fluksi merupakan pembungkus elektroda yang sangat diperlukan untuk meningkatkan mutu sambungan karna fluksi bersifat melindungi metal cair dari

udara bebas serta menstabilkan busur. Terdapat 2 macam Fluksi sesuai dengan pembuatannya :

a. *Fused Fluksi*

Fused Fluksi terbuat dari campuran butir-butir material seperti mangan, kapur, boxit, kwarsa dan fluorpar didalam suatu tungku pemanas. Cairan terak yang terbentuk akan diubah ke dalam bentuk fluksi dengan jalan :

1. Dituang di suatu cetakan dalam bentuk beberapa lapis / susun yang tebal kemudian dipecah serta disaring sesuai dengan ukuran butiran yang diinginkan.
2. Dari kondisi panas dituang ke dalam air, sehingga timbul percikan – percikan yang kemudian disaring sesuai ukurannya. Metode ini lebih efisien, tetapi kualitas fluksi yang dihasilkan mengandung hidrogen yang cukup tinggi yang memerlukan prose lebih lanjut untuk mengurangi kadar hidrogen tersebut.

b. *Bonded Fluksi*

Bonded Fluksi ini dibuat di pabrik dengan jalan mencampur butiran-butiran material yang ukurannya jauh lebih halus seperti mineral, *ferroalloy*, *water glass* sebagai pengikat dalam suatu pengaduk (*mixer*) yang khusus. Campuran tersebut kemudian akan dikeringkan dalam suatu pengering yang berputar pada temperatur $600^0 - 800^0$ C.

2.1.4.2. Kawat Elektroda

Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik menurut klasifikasi AWS (*American Welding Society*) dinyatakan dengan tanda EXXXX yang artinya sebagai berikut :

E menyatakan elaktroda busur listrik.

XX (dua angka) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan

Ib/in²

X (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan angka 1 untuk pengelasan segala posisi. angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan.

8

X (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

Contoh : E 6013

Artinya kekuatan tarik minimum dan deposit las adalah 60.000 Ib/in² atau 42 kg/mm². Dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi. Jenis selaput elektroda Rutil-Kalium dan pengelasan dengan arus AC atau DC + atau DC –.

2.1.5 Elektroda Las Listrik

2.5.1.1 Elektroda Berselaput

Elektroda berselaput yang dipakai pada las busur listrik mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. Pelapisan fluksi pada kawat inti dapat dengan cara destrusi, semprot atau celup. Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 mm sampai 7 mm dengan panjang antara 350 sampai 450 mm. Jenis-jenis selaput fluksi pada elektroda misalnya selulosa, kalsium karbonat (CaCO₃), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan dan sebagainya dengan persentase yang berbeda-beda, untuk tiap jenis elektroda. Tebal selaput elektroda berkisar antara 70% sampai 50% dari diameter elektroda tergantung dari jenis selaput. Pada waktu pengelasan, selaput elektroda ini akan turut 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.

2.1.5.2. Jenis Elektroda Baja Lunak

a. E 6011

Jenis elektroda ini adalah jenis elektroda selaput selulosa yang dapat dipakai untuk pengelasan dengan penembusan yang dalam. Pengelasan dapat pada segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan. Deposit las biasanya mempunyai sifat mekanik yang baik dan dapat dipakai untuk pekerjaan dengan pengujian radiografi. E6011 mengandung kalium untuk membantu menstabilkan busur listrik bila dipakai arus AC.

b) E 6012 dan E6013

Kedua elektroda ini termasuk jenis selaput rutil yang dapat menghasilkan penembusan sedang. Keduanya dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi, tetapi kebanyakan jenis E 6013 sangat baik untuk posisi pengelasan tegak dan bawah. Jenis E 6012 umumnya dapat dipakai pada ampere yang relatif lebih tinggi dari E 6013. E6013 yang mengandung lebih banyak kalium memudahkan pemakaian pada voltage mesin yang rendah. Elektroda dengan diameter kecil kebanyakan dipakai untuk pengelasan pelat tipis.

c. E6020

Elektroda jenis ini dapat menghasilkan penembusan sedang dan teraknya mudah dilepas dari lapisan las. Selaput elektroda terutama mengandung oksida besi dan mangan. Cairan terak yang terlalu cair dan mudah mengalir menyulitkan pada pengelasan dengan posisi lain dari pada bawah tangan atau datar pada las sudut.

d. E6027, E7014, E7018, E7024, dan E7028

Jenis elektroda ini mengandung serbuk besi untuk meningkatkan efisiensi

pengelasan. Umumnya selaput elektroda akan lebih tebal dengan bertambahnya persentase serbuk besi. Dengan adanya serbuk besi dan bertambahnya tebal selaput akan memerlukan ampere yang lebih tinggi.

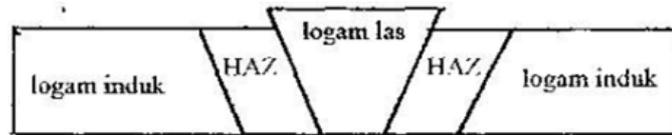
e. Elektroda Hidrogen Rendah

Selaput elektroda jenis ini mengandung hidrogen yang rendah (kurang dari 0,5 %), sehingga deposit las juga dapat bebas dari porositas. Elektroda ini dipakai untuk pengelasan yang memerlukan mutu tinggi, bebas porositas, misalnya untuk pengelasan bejana dan pipa yang akan mengalami tekanan. Jenis - jenis elektroda hidrogen rendah misalnya E7015, E 7016, dan E 7018.

2.1.6 Metalurgi Las

Metalurgi dalam pengelasan, dalam arti yang sempit dapat dibatasi hanya pada logam las dan daerah yang dipengaruhi panas atau HAZ (*Heat Affected Zone*). Untuk alasan ini secara singkat dan umum, latar belakang prinsip-prinsip metalurgi juga diperlukan sebelum membicarakan sifa-sifat las dan HAZ yang berdekatan. Karena dengan mengetahui metalurgi las, memungkinkan meramalkan sifat-sifat dari logam las. Aspek-aspek yang timbul selama dan sesudah pengelasan harus benar-benar diperhitungkan sebelumnya, karena perencanaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan kualitas hasil las yang kurang baik. Dengan demikian pengetahuan metalurgi las dan ditambah dengan keahlian dalam operasi pengelasan dapat ditentukan prosedur pengelasan yang baik untuk menjamin hasil las-lasan yang baik.

Pada setiap penyambungan dengan las, selalu dijumpai daerah-daerah atau bagian-bagian dari sambungan las seperti yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Daerah las.

Daerah lasan terdiri dari empat bagian yaitu:

- a. Logam lasan (*weld metal*), adalah daerah endapan las (*weld deposit*) dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Endapan las (*weld deposit*) berasal dari logam pengisi (*filler metal*).
- b. Garis gabungan (*fusion line*), adalah garis gabungan antara logam lasan dan HAZ, dapat dilihat dengan mengetsa penampang las. Daerah ini adalah batas bagian cair dan padat dari sambungan las.
- c. HAZ (*Heat Affected Zone*), adalah daerah pengaruh panas atau daerah dimana logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama pengelasan mengalami siklus termal atau pemanasan dan pendinginan dengan cepat. Penyebaran panas pada logam induk dipengaruhi oleh temperatur panas dari logam cair dan kecepatan dari pengelasan. Pada batas HAZ dan logam cair temperatur naik sangat cepat sampai batas pencairan logam dan temperatur turun sangat cepat juga setelah proses pengelasan selesai. Hal ini dapat disebut juga sebagai efek *quenching*. Pada daerah ini biasanya terjadi transformasi struktur mikro. Struktur mikro menjadi austenit ketika temperatur naik (panas) dan menjadi martensit ketika temperatur turun (dingin). Daerah yang terletak dekat garis fusi ukuran butirnya akan cenderung besar yang disebabkan oleh adanya temperatur tinggi, menyebabkan austenit mempunyai kesempatan besar untuk menjadi homogen. Karena dengan keadaan homogen menyebabkan

ukuran butir menjadi lebih besar. Sedangkan daerah yang semakin menjauhi garis fusi ukuran butirnya semakin mengecil. Hal ini disebabkan oleh temperatur yang tidak begitu tinggi menyebabkan austenit tidak mempunyai waktu yang banyak untuk menjadi lebih homogen. Transformasi struktur mikro yang terjadi akibat perubahan temperatur menyebabkan daerah HAZ sangat berpotensi terjadinya retak (*crack*) dan hal ini sangat penting untuk diperhatikan untuk mendapatkan hasil lasan yang baik.

- d. Logam induk (*parent metal*), adalah bagian logam yang tidak terpengaruh oleh pemanasan karena proses pengelasan dan temperatur yang disebabkan selama proses pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat-sifat dari logam induk. Hal ini disebabkan karena temperatur atau suhu yang terjadi di logam induk belum mencapai temperatur kritis (A1)

2.1.7 Desain Sambungan Las

Untuk menghasilkan kualitas sambungan las yang baik, salah satu faktor yang harus diperhatikan yaitu kampuh las. Kampuh las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang merekat pada benda kerja, dengan demikian kekuatan las akan terjamin. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan jenis kampuh adalah:

1. Ketebalan benda kerja.
2. Jenis benda kerja.
3. Kekuatan yang diinginkan.
4. Posisi pengelasan.

Sebelum memulai proses pengelasan terlebih dahulu ditentukan jenis sambungan las yang akan dipilih. Hal-hal yang harus diperhatikan bahwa

sambungan yang dibuat akan mampu menerima beban (beban statis, beban dinamis, atau keduanya).

Dengan adanya beberapa kemungkinan pemberian beban sambungan las, maka terdapat beberapa jenis sambungan las, yaitu sebagai berikut:

1. Kampuh V Tunggal

Sambungan V tunggal juga dapat dibuat tertutup dan terbuka. Sambungan ini juga lebih kuat dari pada sambungan persegi, dan dapat dipakai untuk menerima gaya tekan yang besar, serta lebih tahan terhadap kondisi beban statis dan dinamis. Pada pelat dengan tebal 5 mm–20 mm penetrasi dapat dicapai 100%.

2. Kampuh Persegi

Sambungan ini dapat dibuat menjadi 2 kemungkinan, yaitu sambungan tertutup dan sambungan terbuka. Sambungan ini kuat untuk beban statis tapi tidak kuat untuk beban tekuk.

3. Kampuh V Ganda

Sambungan ini lebih kuat dari pada V tunggal, sangat baik untuk kondisi beban statis dan dinamis serta dapat menjaga perubahan bentuk kelengkungan sekecil mungkin dipakai pada ketebalan 18 mm - 30 mm.

4. Kampuh Tirus Tunggal

Sambungan ini digunakan untuk beban tekan yang besar. Sambungan ini lebih baik dari sambungan persegi, tetapi tidak lebih baik dari pada sambungan V. Letaknya disarankan terbuka dan dipakai pada ketebalan pelat 6 mm - 20 mm.

5. Kampuh U Tunggal

Kampuh U tunggal dapat dibuat tertutup dan terbuka. Sambungan ini lebih kuat menerima beban statis dan diperlukan untuk sambungan berkualitas tinggi. Dipakai pada ketebalan 12 mm - 25 mm.

6. Kampuh U Ganda

Sambungan U ganda dapat juga dibuat secara tertutup dan terbuka, sambungan ini lebih kuat menerima beban statis maupun dinamis dengan ketebalan pelat 12 mm - 25 mm dapat dicapai penetrasi 100%.

7. Kampuh J Ganda

Sambungan J ganda digunakan untuk keperluan yang sama dengan sambungan V ganda, tetapi tidak lebih baik untuk menerima beban tekan. Sambungan ini dapat dibuat secara tertutup ataupun terbuka.

Jenis-jenis sambungan las dapat dilihat pada gambar 2.3.

Jenis alur	Jenis lasan	Lasan dengan alur		
		Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan Penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan Penetrasi sebagian
Persegi (I)				
V tunggal (V)				
Tirus tunggal (V)				
U tunggal (U)			—	
V ganda (X)			—	
Tirus ganda (K)			—	
U ganda (H) (DU)			—	
J tunggal (J)			—	
J ganda (DJ)			—	

Gambar 2.3 Jenis-jenis sambungan las (Wirjosumarto, Harsono 2004)

2.2 Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) atau sering juga disebut Tungsten Inert Gas (TIG) merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan *inert* gas sebagai pelindung dengan *tungsten* atau *wolfram*

sebagai elektroda. Pengelasan ini dikerjakan secara manual maupun otomatis serta tidak memerlukan fluks ataupun lapisan kawat las untuk melindungi sambungan.

Elektroda pada GTAW termasuk elektroda tidak terumpan (*non consumable*) berfungsi sebagai tempat tumpuan terjadinya busur listrik. GTAW mampu menghasilkan las yang berkualitas tinggi pada hampir semua jenis logam mampu las. Biasanya ini digunakan pada *stainless steel* dan logam ringan lainnya seperti aluminium, magnesium dan lain-lain. Hasil pengelasan pada teknik ini cukup baik tapi membutuhkan kemampuan yang tinggi. Metode pengelasan ini sebelumnya dikenal dengan nama *Tungsten Inert Gas* (TIG). Gas *Inert* yang biasa digunakan adalah *wolfram* untuk pelindung yang bagus sehingga atmosfer udara tidak masuk ke daerah lasan. Namun sekarang digunakan CO₂ (tidak *inert*) karena lebih murah dan stabil. Elektroda *tungsten* bukan sebagai filler metal, sehingga perlu *filler* metal dari luar untuk mengisi gap sambungan. *Filler* metal bersama logam induk akan dicairkan oleh busur listrik yang terjadi antara elektroda dengan logam induk. Las busur yang menggunakan elektroda *wolfram* (elektroda tak terumpan) dikenal pula dengan sebutan las busur wolfram gas. Pada proses ini las dilindungi oleh selubung gas mulia yang dialirkan melalui pemegang elektroda yang didinginkan dengan air.

TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah suatu proses pengelasan busur listrik elektroda tidak terumpan, dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar, pada proses pengelasan TIG peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk.

Pada jenis ini logam pengisi dimasukkan kedalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Las TIG dapat dilaksanakan secara

manual atau secara otomatis dengan mengotomatiskan cara pengumpamaan logam pengisi.

Penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan, pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi kedalam logam induk dapat diatur semuanya. Cara pengaturan ini memungkinkan las TIG dapat digunakan dengan memuaskan baik untuk pelat baja tipis maupun pelat baja tebal. Sedangkan untuk aluminium karena permukaannya selalu dilapisi dengan oksida yang mempunyai titik cair yang tinggi, maka sebaiknya memakai arus bolak – balik berfrekuensi tinggi.

Sumber listrik yang digunakan untuk pengelasan TIG dapat berupa listrik DC atau listrik AC. Pada umumnya pada proses pengelasan TIG sumber listrik yang digunakan mempunyai karakteristik yang lamban, sehingga dapat menggunakan listrik DC untuk memulai menimbulkan busur perlu ditambah dengan listrik AC frekuensi tinggi. Elektroda yang digunakan terbuat dari *wolfram* murni atau paduan antara *wolfram – torium*, yang berbentuk batang dengan garis tengah antara 1,0 mm sampai 4,8 mm. gas yang dipakai untuk pelindung adalah gas argon murni, karena pencampuran dengan O₂ atau CO₂ yang bersifat oksidator akan mempercepat keausan ujung elektroda.

Penggunaan las pengisi tidak ada batasnya, biasanya logam pengisi diambil logam yang memiliki komposisi yang sama dengan logam induk. Penggunaan mesin las TIG untuk beberapa jenis logam dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penggunaan Mesin Las TIG untuk Beberapa Logam

Logam	Listrik AC Frekuensi Tinggi	Listrik DC Polaritas Lurus	Listrik DC Polaritas Balik
Baja	Terbatas	Sesuai	-
Baja Tahan Karat	Terbatas	Sesuai	-
Besi Cor	Terbatas	Sesuai	-
Alumunium dan Paduannya	Sesuai	-	Dapat untuk pelat tipis
Magesium dan Paduannya	Sesuai	-	Dapat untuk pelat tipis
Tembaga dan Paduannya	Terbatas	Sesuai	-
Alumunium brons	Sesuai	Terbatas	-

2.3 Baja

2.3.1 Struktur Baja

Baja adalah seluruh macam besi yang dengan tidak dikerjakan terlebih dahulu lagi, sudah dapat di tempa. Baja adalah bahan yang serba kesamaannya (homogenitasnya) tinggi, terdiri terutama dari Fe dalam bentuk kristal dan C.

Pembuatannya di lakukan sebagai pembersihan dalam temperatur yang tinggi dari besi mentah yang di dapat dari proses dapur tinggi. Baja adalah besi mentah tidak dapat ditempa.

1. Terdapat 3 macam besi mentah:

- a. Besi mentah putih
- b. Besi mentah kelabu
- c. Besi mentah bentuk antar

2. Proses pembuatan baja:

- a. Proses Bessemer
- b. Proses Thomas
- c. Proses martin

- d. Proses dengan dapur elektro
 - e. Proses dengan mempergunakan koi
 - f. Proses aduk (proses puddle)
3. Sifat-sifat umum dari baja : sifat-sifat dari baja yaitu teristimewa kelakuannya dalam berbagai macam keadaan pembebanan atau muatan terutama tergantung:
- a. Cara meleburnya
 - b. Macam dan banyaknya logam campuran
 - c. Cara (proses) yang di gunakan waktu pembuatannya
 - d. Dalam proses pembuatan baja maka logam campuran baja sebagian sudah ada dalam bahan mentah itu namun masih perlu di tambahkan pada waktu pembuatan baja seperti :C, Mn, Si termasuk bahan utama S dan P.
4. Sifat-sifat utama baja untuk dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan :
- a. Keteguhan (*solidity*) artinya mempunyai ketahanan terhadap tarikan, tekanan atau lentur
 - b. Elastisitas (*elasticity*) artinya kemampuan atau kesanggupan untuk dalam batas-batas pembebanan tertentu, sesudahnya pembebanan ditiadakan kembali kepada bentuk semula.
 - c. Kekenyalan/ keliatan (*tenacity*) artinya kemampuan atau kesanggupan untuk dapat menerima perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian-kerugian berupa cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar dan dalam untuk jangka waktu pendek.
 - d. Kemungkinan ditempa (*malleability*) sifat dalam keadaan merah pijar menjadi lembek dan plastis sehingga dapat di rubah bentuknya.
 - e. Kemungkinan dilas (*weldability*) artinya sifat dalam keadaan panas dapat digabungkan satu sama lain dengan memakai atau tidak memakai bahan

tambahan, tanpa merugikan sifat-sifat keteguhannya.

f. Kekerasan (*hardness*) kekuatan melawan terhadap masuknya benda lain.

2.3.2 Klasifikasi Baja

Berdasarkan tinggi rendahnya persentase karbon di dalam baja, baja dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Baja Karbon Rendah (*low carbon steel*)

Baja jenis ini mempunyai kandungan karbon di bawah 0,25%. Baja karbon rendah tidak merespon pada perlakuan panas (*heat treatment*) yang bertujuan untuk mengubah struktur mikronya menjadi martensit. Penguatan (*strengthening*) dapat dilakukan dengan perlakuan dingin (*cold work*). Struktur mikro baja karbon rendah terdiri dari unsur pokok ferit dan perlit, karena itu baja ini relatif lunak dan lemah tapi sangat bagus pada kelenturannya dan kekerasannya serta baja jenis ini *machinable* dan kemampulasan yang baik. Baja karbon rendah sering digunakan pada:

- a. Baja karbon rendah yang mengandung 0,04% - 0,10% C untuk dijadikan baja-baja plat atau strip.
- b. Baja karbon rendah yang mengandung 0,05% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- c. Baja karbon rendah yang mengandung 0,15% - 0,30% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi. Biasanya karbon jenis ini memiliki sifat-sifat mekanik antara lain memiliki kekuatan luluh 275 MPa (40.000 psi), kekuatan maksimum antara 415 dan 550 MPa (60.000 sampai 80.000 psi), dan kelenturan 25% EL (*elongation*).

2. Baja Karbon Sedang (*medium carbon steel*)

Baja karbon sedang memiliki kandungan karbon antara 0,25 dan 0,60%. Baja jenis ini dapat diberi perlakuan panas *austenizing*, *quenching*, dan *tempering* untuk memperbaiki sifat-sifat mekaniknya. Baja karbon sedang memiliki kemampukerasan yang rendah serta dapat berhasil diberi perlakuan panas hanya di bagian-bagian yang sangat tipis dan dengan rasio *quenching* yang sangat cepat. Penambahan kromium, nikel dan molybdenum dapat memperbaiki kapasitas logam ini untuk diberikan perlakuan panas, untuk menaikkan kekuatan-kelenturannya yang berdampak pada penurunan nilai kekerasannya. Baja karbon sedang ini biasa dipakai untuk roda dan rel kereta api, *gears*, *crankshafts*, dan bagian-bagian mesin lainnya yang membutuhkan kombinasi dari kekuatan tinggi, tahan aus dan keras.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi biasanya memiliki kandungan karbon antara 0,60 dan 1,40%. Baja karbon tinggi adalah adalah baja yang paling keras dan kuat serta paling rendah kelenturannya di antara baja karbon lainnya. Baja ini mempunyai tegangan tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung di dalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat perkakas seperti palu, gergaji, atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya.

2.3.3 Baja ST 37

Baja ST 37 banyak digunakan untuk konstruksi umum karena mempunyai sifat mampu las dan kepekan terhadap retak las. Baja ST 37 adalah berarti baja yang mempunyai kekuatan tarik antara 37 kg/mm^2 sampai 45 kg/mm^2 . Kekuatan tarik ini adalah maksimum kemampuan sebelum material mengalami patah.

Kekuatan tarik yield (σ_y) baja harganya dibawah kekuatan tarik maksimum. Baja pada batas kemampuan yield merupakan titik awal dimana sifatnya mulai berubah dari elastis menjadi plastis, Perubahan sifat material baja tersebut pada kondisi tertentu sangat membahayakan fungsi konstruksi mesin. Kemungkinan terburuk konstruksi mesin akan mengalami kerusakan ringan sampai serius. Kepekaan retak yang rendah cocok terhadap proses las, dan dapat digunakan untuk pengelasan plat tipis maupun plat tebal. Kualitas daerah las hasil pengelasan lebih baik dari logam induk. Baja ST 37 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon rendah, disebut juga baja lunak, banyak sekali digunakan untuk pembuatan baja batangan, tangki, perkapalan, jembatan, menara, pesawat angkat dan dalam permesinan. Pada pengelasan akan terjadi pembekuan laju las yang tidak serentak, akibatnya timbul tegangan sisa terutama pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan las.

Tegangan sisa dapat diturunkan dengan cara pemanasan pasca las pada daerah tersebut, yang sering disebut *post heat*.

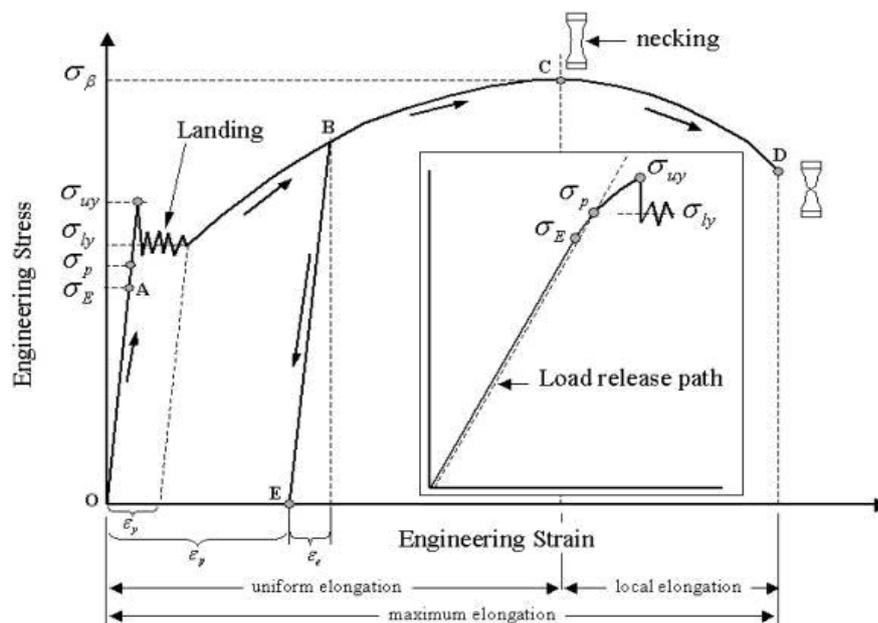
2.4 Uji Tarik (*Tensile*)

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau

lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan perlahan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan terhadap mengenai perpanjangan yang dialami benda uji sehingga dihasilkan kurva tegangan-regangan dari hasil pengujian tersebut, kurva regangan-tegangan aluminium dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram tegangan-regangan

Tegangan di mana deformasi plastik atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastik yang berlangsung sedikit demi sedikit, akan tetapi titik di mana terjadinya deformasi plastik sangat sukar ditentukan secara teliti. Untuk mengukur regangan yang terjadi digunakan kriteria permulaan batas luluh sebagai berikut:

1. Batas Elastis σ_E (*Elastic Limit*)

Berdasarkan pada pengukuran regangan mikro pada skala regangan 2×10^{-6} inchi/inchi. Batas elastik nilainya sangat rendah dan dikaitkan dengan gerakan beberapa ratus dislokasi.

2. Batas Proporsional σ_p (*Proportional Limit*)

Tegangan tertinggi untuk daerah hubungan proporsional antara tegangan-regangan. Harga ini diperoleh dengan cara mengamati penyimpangan dari berbagai garis lurus kurva tegangan-regangan.

3. Deformasi Plastis (*Plastic Deformation*)

Tegangan terbesar yang masih dapat ditahan oleh bahan tanpa terjadi regangan sisa permanen yang terukur pada saat beban telah ditiadakan. Dengan bertambahnya ketelitian pengukuran regangan, nilai batas elastiknya menurun hingga suatu batas yang sama dengan batas elastic sejati yang diperoleh dengan cara pengukuran regangan mikro.

4. Tegangan Luluh Atas σ_{uy} (*Upper Yield Stress*)

Tegangan maksimum sebelum bahan memasuki fase daerah landing

peralihan deformasi elastis ke plastis.

5. Tegangan Luluh Bawah σ_y (*Lower Yield Stress*)

25

Tegangan rata-rata daerah landing sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis. Bila hanya disebutkan tegangan luluh (*yield stress*), maka yang dimaksud adalah tegangan ini.

6. Regangan Luluh ϵ_y (*Yield Strain*)

Regangan permanen saat bahan akan memasuki fase deformasi plastis.

7. Regangan Elastis ϵ_e (*Elastic Strain*)

Regangan yang diakibatkan perubahan elastis bahan. Pada saat beban dilepaskan regangan ini akan kembali ke posisi semula.

8. Regangan Plastis ϵ_p (*Plastic Strain*)

Regangan yang diakibatkan perubahan plastis. Pada saat beban dilepaskan regangan ini tetap tinggal sebagai perubahan permanen bahan.

9. Regangan Total (*Total Strain*)

Merupakan gabungan regangan plastis dan regangan elastis, $\epsilon_T = \epsilon_e + \epsilon_p$.

10. Tegangan Tarik Maksimum TTM (UTS, *Ultimate Tensile Strength*)

Merupakan besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik.

11. Kekuatan Patah (*Breaking Strength*)

Merupakan besar tegangan dimana bahan yang diuji putus atau patah.

Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Tegangan yang terjadi adalah beban yang terjadi dibagi luas penampang bahan

dan regangan adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan. Atau secara matematis dapat ditulis :

$$\sigma = \frac{P}{A_o} \quad (2.2)$$

Regangan yang dipergunakan pada kurva diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal. Persamaannya yaitu :

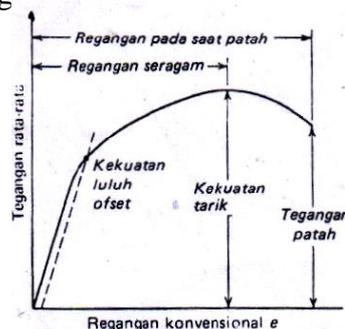
$$\varepsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100\% \quad (2.3)$$

Apabila pembebanan tarik di lakukan secara terus menerus dengan menambahkan beban maka akan mengakibatkan perubahan bentuk padabenda uji yang berupa pertambahan panjang dan pengecilan. Bila diteruskan akan mengakibatkan kepatahan pada bahan.

Persentase pengecilan yang terjadi pada daerah patahan dapat dinyatakan dengan rumus:

$$q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (2.4)$$

Pembebanan tarik dilaksanakan dengan mesin pengujian tarik yang selama pengujian akan mencatat setiap kondisi bahan sampai terjadinya tegangan ultimate, juga sekaligus akan menggambarkan diagram tarik dari benda uji, adapun panjang L_f akan diketahui setelah benda uji patah dengan menggunakan pengukuran secara normal tegangan ultimate adalah tegangan tertinggi yang bekerja pada luas penampang semula



Gambar 2.5. Kurva tegangan-regangan rekayasa

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

27

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorim Proses Produksi dan Laboratorium Ilmu Logam Fisik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2017.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	BULAN 2017											
		MARET				APRIL				MEI			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Pengajuan Judul	■	■										
2	Pembuatan proposal		■	■									
3	Pembuatan Spesimen				■	■							
4	Pengujian					■	■	■					
5	Pengolahan Data							■	■	■	■	■	■

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Pada tahap ini dilakukan atau dipersiapkan bahan-bahan dan alat-alat yang diperlukan untuk pengujian. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Gerinda tangan

Dalam penelitian ini gerinda tangan digunakan untuk merapikan hasil an pada pesawat tanpa awak. Batu gerinda merupakan komposisi aluminium oksida. gerinda ini dapat menghasilkan putaran sekitar 11.000- 15.000 rpm.



Gambar 3.1 Gerinda tangan

2. Las Listrik Merk Sauvage



Gambar 3.2 Mesin las yang digunakan

Tipe : LEGS 225

No : 3433613

Tegangan : 380/220 V

Arus : 20/34 A

Arus Max : 27/47

Cos ϕ 0.54 bei 225 A

Cos ϕ bei 150 A

DB 100% ED 150 A 26 V

HSB 60 % ED 200 A 28 V

HSB 35 % ED 225 A 29 V

3. Mesin Gerinda

29



Gambar 3.3 Mesin gerinda

Tipe : TNW

ART No : Model 200 K

Item No : ME 1 7

Tegangan : 380/50 V

AV 220 – Amp 2.33

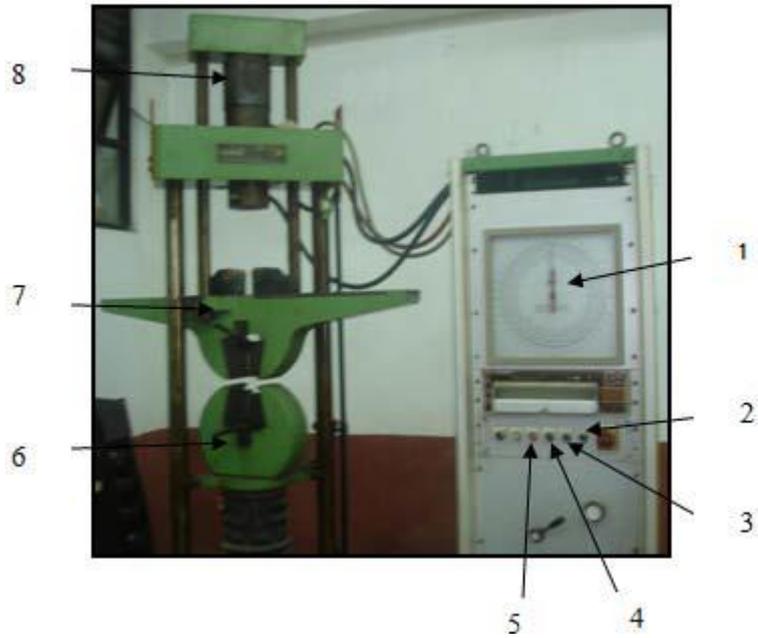
YV 380 – Amp 1.35

U/min : 2860

P.K : 1.10

4. Alat Uji Tarik (tensile test)

Dalam penelitian ini, alat uji tarik yang digunakan adalah Universal Testing Machine (UTM) jenis Tarno Test UPH dengan kapasitas 100 kN



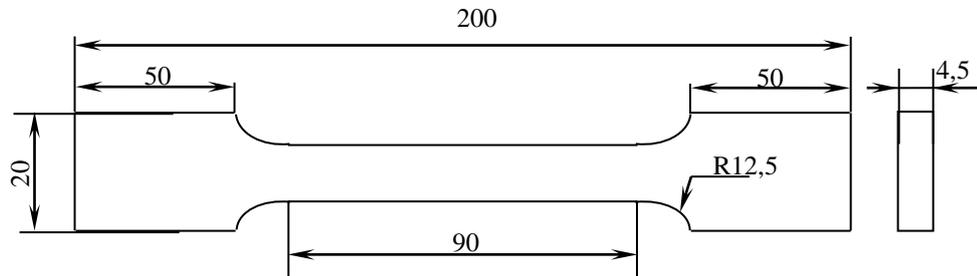
Gambar 3.4 Alat uji tarik

Keterangan:

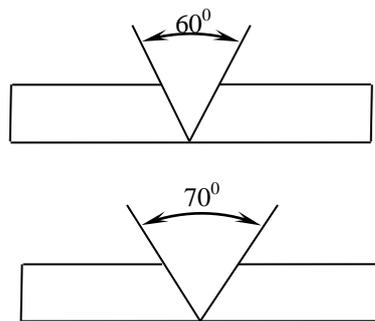
1. Load roll
2. Tombol Down
3. Tombol Up
4. Stop
5. Start
6. Chuck bawah
7. Chuck atas
8. Load

3.2.2 Bahan

Spesimen uji tarik yang dengan menggunakan standar ASTM E 8, sebagai berikut :



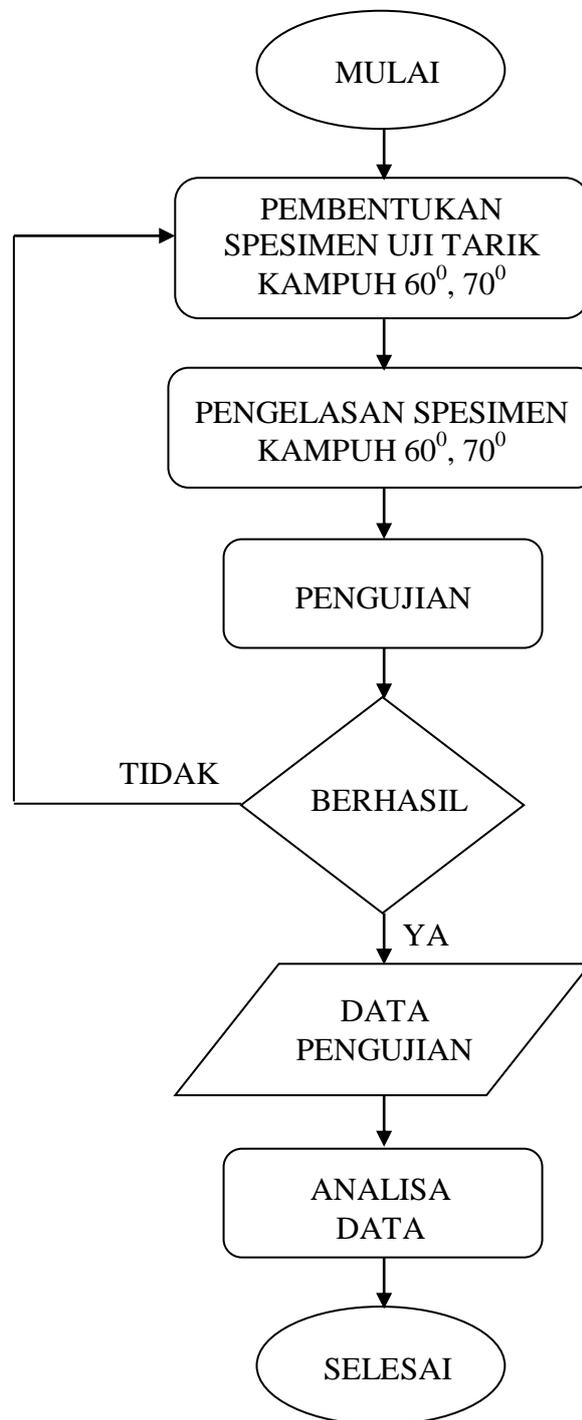
Gambar 3.5. Spesimen uji tarik ST 37



Gambar 3.6 Bentuk dan posisi sudut kampuh

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Proses Pengelasan

- a. Dipersiapkan spesimen untuk pengelasan, seperti terlihat pada gambar 3.10 dan 3.8.



Gambar 3.8 Spesimen sebelum dilakukan pengelasan

2. Arus pada mesin las diatur sesuai dengan variasi yang diinginkan untuk pengujian, yaitu 130 A.
3. Busur nyala listrik ditarik perlahan-lahan hingga menghasilkan nyala api.
4. Selanjutnya busur ditarik perlahan mengikuti spesimen yang ingin disambung pada pengelesan.
5. Kemudian didapat hasil pengelasan pada spesimen uji tarik



Gambar 3.9 Spesimen setelah di lakukan pengelasan

6. Setelah itu spesimen di lakukan proses sekrap dengan mendapatkan bentuk spesimen yang sesuai dengan standar ASME E8.
7. Dilakukan pengujian, yaitu uji Tarik

3.4.2 Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Adapun prosedur yang dilakukan pada pengujian tarik (*tensile test*) adalah:

1. Dipersiapkan spesimen untuk uji tarik (*tensile test*) sesuai dengan standar ASME E8.
2. Alat uji tarik yang digunakan adalah Universal Testing Machine (UTM) jenis Tarno Test UPH 100 kN.
3. Kemudian spesimen diikat padaudukan spesimen, yaitu spesimen dengan variasi sudut kampuh 60° dan 70° . Seperti yang terlihat pada gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.10 Spesimen diikat padaudukan uji tarik

4. Setelah itu dihidupkan tombol On untuk menjalankan mesin uji tarik tersebut.
5. Ketika terjadi patahan pada spesimen maka proses dihentikan.



Gambar 3.11 Spesimen hasil uji tarik

6. Kemudian didapat data dan di lakukan analisa.

7. Menghitung nilai tegangan (σ), regangan (ϵ) dan dengan rumus (2.2) dan (2.3)

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari spesimen dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini alat uji tarik yang digunakan adalah Universal Testing Machine (UTM) jenis Tarno Test UPH 100 kN di laboratorium jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.

Hasil uji tarik untuk bahan baja ST 37 dengan variasi sudut kampuh 60° dan 70° dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik

No	Variasi Sudut	Ukuran Spesimen (mm)			Tegangan Tarik (σ) N/mm ²
		Panjang	Lebar	Tebal	
1	60	200	20	4,5	487,132
2					433,948
3					428,044
1	70	200	20	4,5	422,878
2					433,948
3					332,103

4.2 Pembahasan

Hasil pengujian pada penelitian ini meliputi hasil pengujian dari sifat mekanisnya seperti pengujian tarik.

Berikut ini adalah hasil pengujian dan tabel hasil pengujian untuk tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari hasil uji kekuatan tarik :

a. Tegangan (σ)

Tegangan pada uji tarik merupakan berat beban (P) dibagi dengan luas penampang (A) pada spesimen. Maka hasil perhitungan tegangan pada uji tarik setiap spesimennya sama.

Nilai tegangan baja ST 37 variasi sudut kampuh 60^0 dapat dilihat pada tabel 4.2

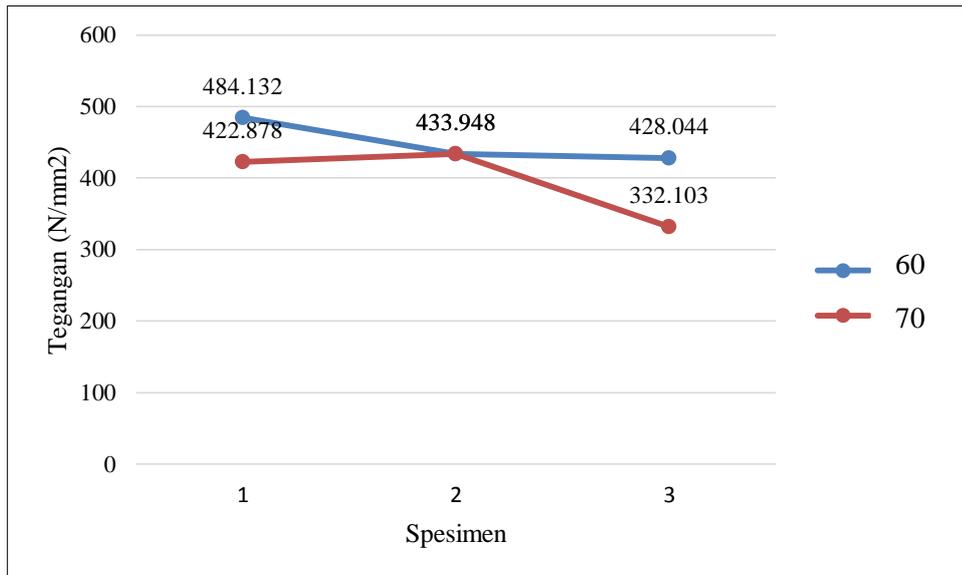
Tabel 4.2 Nilai tegangan variasi sudut kampuh 60^0 dan 70^0

Spesimen	Sudut Kampuh	Tegangan (σ) N/mm ²	Tegangan (σ) Rata-rata
1	60^0	484.132	448.708 N/mm ²
2		433.948	
3		428.044	
1	70^0	422.878	396.31 N/mm ²
2		433.948	
3		332.103	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai tegangan pada spesimen variasi sudut kampuh 60^0 pertama sebesar 484,132 N/mm², nilai tegangan pada spesimen kedua sebesar 433,948 N/mm², dan nilai tegangan pada spesimen ketiga sebesar 428,044 N/mm². Nilai tegangan rata-rata pada sudut 60^0 adalah 448,708 N/mm².

Sedangkan nilai tegangan pada spesimen variasi sudut kampuh 70^0 pertama sebesar 422,878 N/mm², nilai tegangan pada spesimen kedua sebesar 433,948 N/mm², dan nilai tegangan pada spesimen ketiga sebesar 332,103N/mm². Nilai tegangan rata-rata pada sudut 70^0 adalah 396,31 N/mm².

Data dari tabel 4.2 hasil pengujian tarik selanjutnya dimasukkan ke dalam grafik. Berikut adalah hubungan tegangan terhadap spesimen uji, seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Nilai Tegangan baja ST37 sudut kampuh 60⁰ dan 70⁰

b. Regangan (ϵ)

Regangan pada uji tarik merupakan perpanjangan (ΔL) dibagi dengan panjang awal (L_0) pada spesimen dikali dengan 100%. Maka hasil perhitungan tegangan pada untuk setiap spesimennya sama.

Tabel nilai regangan baja ST 37 variasi sudut kampuh 60⁰ dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai regangan variasi sudut kampuh 60⁰

Spesimen	Regangan (ϵ) (%)	Regangan (ϵ) Rata-rata (%)
1	6,13	5,99 %
2	5,83	
3	6,00	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai regangan pada spesimen pertama sebesar 6,13%, nilai regangan pada spesimen kedua sebesar 5,83%, dan nilai regangan pada spesimen ketiga sebesar 6.00%. Sementara nilai regangan rata-rata spesimen sudut 60⁰ adalah 5,99%.

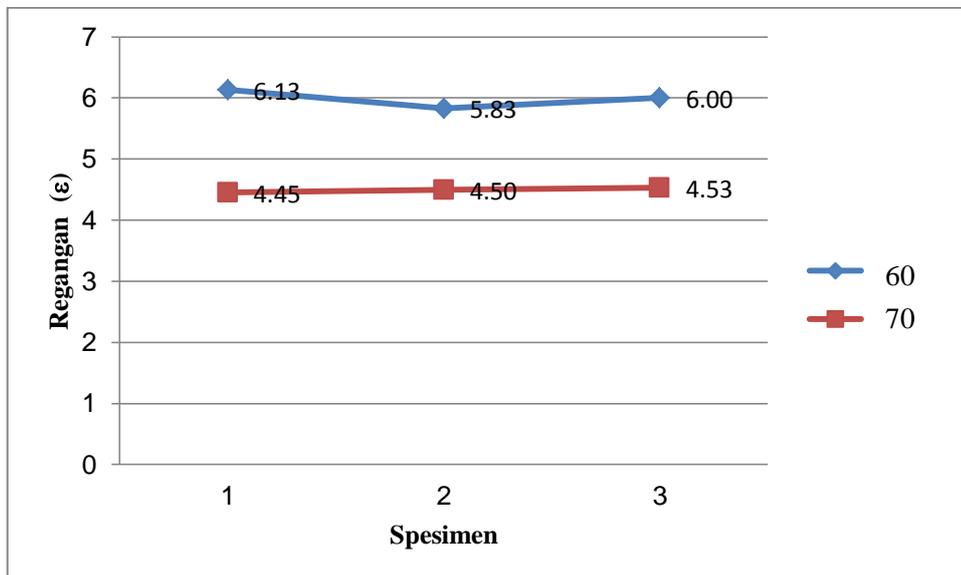
Nilai tegangan baja ST 37 variasi sudut kampuh 70^0 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.4 Nilai regangan variasi sudut kampuh 70^0

Spesimen	Regangan (ϵ) (%)	Regangan (ϵ) Rata-rata (%)
1	4,45	4,49 %
2	4,50	
3	4,53	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai regangan pada spesimen pertama sebesar 4.45%, nilai tegangan pada spesimen kedua sebesar 4.50%, dan nilai tegangan pada spesimen ketiga sebesar 4.53%. Semetara nilai regangan rata-rata spesimen sudut 70^0 adalah 4,49 %.

Nilai regangan pada sudut kampuh 60^0 dan 70^0 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Nilai Regangan (ϵ)

a. Modulus elastis (E)

Modulus elastisitas pada uji tarik merupakan tegangan (σ) dibagi dengan regangan (ϵ) pada spesimen. Maka hasil perhitungan tegangan pada untuk setiap spesimennya sama.

Nilai modulus elastisitas baja ST 37 variasi sudut kampuh 60^0 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai modulus elastisitas variasi sudut kampuh 60^0

Spesimen	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (E) Rata-rata (N/mm ²)
1	78,977	74,917 N/mm ²
2	74,434	
3	71,341	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas pada specimen pertama sebesar 78,977 N/mm², nilai modulus elastisitas pada spesimen kedua sebesar 74,434 N/mm², dan nilai modulus elastisitas pada spesimen ketiga sebesar 71,341 N/mm². Sementara nilai modulus elastisitas rata-rata specimen sudut 60^0 adalah 74,917 N/mm².

Nilai modulus elastisitas baja ST 37 variasi sudut kampuh 70^0 dapat dilihat pada tabel 4.6.

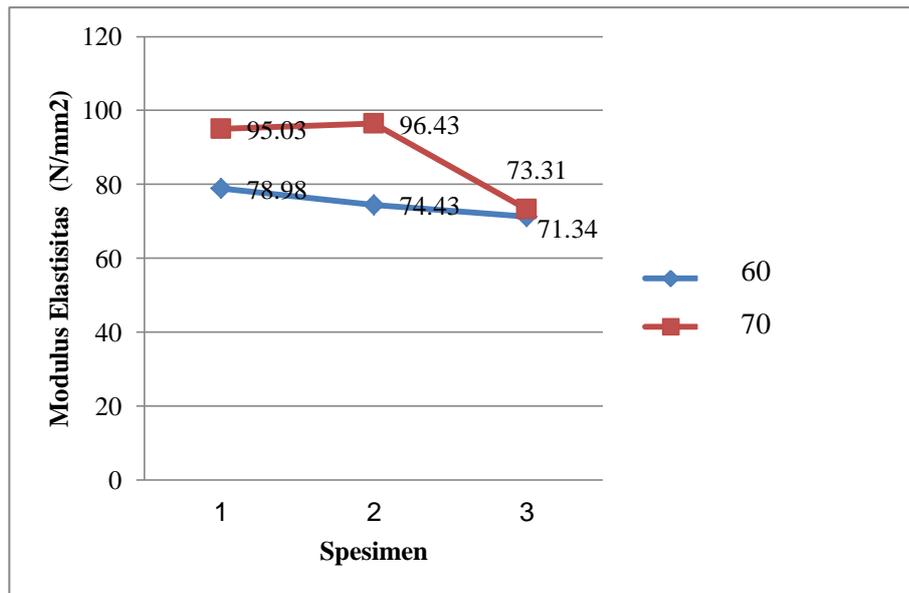
Tabel 4.6 Nilai modulus elastisitas variasi sudut kampuh 70^0

Spesimen	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (E) Rata-rata (N/mm ²)
1	95,029	88,258
2	96,433	
3	73,312	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas pada spesimen pertama sebesar 95,029 N/mm², nilai modulus elastisitas pada spesimen

kedua sebesar 96,433 N/mm², dan nilai modulus elastisitas pada spesimen ketiga sebesar 73,312 N/mm². Sementara nilai modulus elastisitas rata-rata spesimen sudut 70⁰ adalah 88,258 N/mm².

Grafik nilai modulus elastisitas baja ST 37 variasi sudut kampuh V tunggal 60⁰ dan 70⁰, dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik nilai modulus elastisitas

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik berbagai kesimpulan pengaruh variasi sudut kampuh V tunggal yang dipakai saat pengelasan terhadap nilai uji tarik antara lain :

1. Nilai tegangan (σ) pada spesimen sudut 60^0 sebesar $484,132 \text{ N/mm}^2$, $433,948 \text{ N/mm}^2$, dan $627,790 \text{ N/mm}^2$ dengan nilai tegangan rata-rata adalah $448,708 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan nilai tegangan pada spesimen 70^0 sebesar $422,878 \text{ N/mm}^2$, $433,948 \text{ N/mm}^2$, $332,103 \text{ N/mm}^2$ dengan nilai tegangan rata-rata adalah $396,31 \text{ N/mm}^2$.
2. Nilai regangan (ϵ) pada spesimen sudut 60^0 sebesar $6,13\%$, $5,83\%$, dan $6,00\%$ dengan nilai regangan rata-rata adalah $5,99\%$. Sedangkan nilai regangan pada spesimen 70^0 sebesar $4,45\%$, $4,50\%$, dan $4,53\%$ dengan nilai regangan rata-rata spesimen adalah $4,49\%$.
3. Nilai modulus elastisitas (E) pada spesimen 60^0 sebesar $78,977 \text{ N/mm}^2$, dan $74,434 \text{ N/mm}^2$, dan $71,341 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan nilai modulus elastisitas rata-rata adalah $74,917 \text{ N/mm}^2$. Sedangkan nilai modulus elastisitas pada spesimen 70^0 sebesar $95,029 \text{ N/mm}^2$, $96,433 \text{ N/mm}^2$, dan $73,312 \text{ N/mm}^2$ dengan nilai modulus elastisitas rata-rata adalah $88,258 \text{ N/mm}^2$.
4. Besarnya sudut kampuh V tunggal yang dipakai saat pengelasan sangat berpengaruh terhadap ketangguhan nilai uji tarik suatu spesimen. Pernyataan ini dapat diperkuat dengan data hasil uji tarik. Dari data dapat dilihat bahwa

nilai modulus elastisitas rata-rata tertinggi terdapat pada spesimen sudut kampuh v tunggal 70^0 yaitu sebesar $88,258 \text{ N/mm}^2$.

5. Maka dapat ditarik kesimpulan, semakin besar sudut kampuh V tunggal yang dibentuk pada pengelasan maka akan semakin besar pula nilai modulus elastisitasnya.

5.2 Saran

Adapun saran yang perlu diperhatikan untuk peneliti selanjutnya adalah:

1. Jenis dan prosedur pengelasan harus lebih diperhatikan agar hasil pengelasan baik dan tidak mengalami retak terutama pengaturan kecepatan pengelasan dan penyesuaian nyala api las.
2. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik sebaiknya alat-alat penelitian hendaknya harus memadai dan alat yang sudah rusak diperbaiki atau diganti dengan yang baru sehingga ketelitian hasil pengujian lebih maksimal dan akurat.
3. Diharapkan pada peneliti selanjutnya untuk mengembangkan penelitian tentang pengelasan ini agar dapat mendapatkan hasil lasan yang lebih baik lagi seiring dengan perkembangan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alip, M, 1989. Teoridan Praktik Las. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arikunto Suharsini. 1997., Prosedur Penelitian“ Suatu pendekatan praktek. Edisi kelima. Jakarta : Aneka Cipta.
- Arifin, Syamsul. 1997. Las Listrik dan Otogen. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Dieter George E. 1987. Metalurgi Mekanik. Jakarta : Erlangga
- Lawrence H Van Vlack.1992. “Ilmu dan teknologi Bahan”. Jakarta : Erlangga.
- Prof. Ir. Tata Sudardia MS.Met.E. Prof DR. Shinroku Saitu, Pengetahuan Bahan Teknik. PT Pradnya Pramita Jakarta.
- Suharto.1991. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta : Rineka Cipta.
- S,Widharto. 2007. Menuju Juru Las Tingkat Dunia. Cetakan Pertama. Jakarta : Pradya Pramita
- W, Harsono. T, Okumura, 200. Teknologi Pengelasan Logam. Pradnya Pramita, Jakarta Cetakan ke VIII.
- Widharto, Sri. 2003. Petunjuk Kerja Las. Jakarta : Erlangga.