

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH LAS TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PROSES PENGELASAN OAW

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RAHMAD MARZUKI SIREGAR
1507230217



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

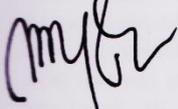
Nama : Rahmad Marzuki Siregar
NPM : 1507230217
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap
Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan OAW
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 28 Februari 2020

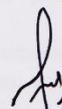
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



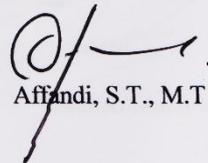
H. Muhanif, S.T., M.Sc

Dosen Penguji III



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Affandi, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rahmad Marzuki Siregar
Tempat /Tanggal Lahir : Lumban Lobu / 22 Maret 1997
NPM : 1507230217
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan OAW”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan 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 menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2020



Saya yang menyatakan,

Rahmad Marzuki Siregar

ABSTRAK

Bidang konstruksi adalah salah satu bidang yang paling banyak menggunakan pengelasan. Pengelasannya banyak digunakan pada rangka-rangka, lantai, dan pondasi yang menggunakan baja ataupun besi. Biasanya penggunaan bahan tersebut banyak dipengaruhi dari kekuatan yang diinginkan. Secara umum, semua jenis distorsi meningkat dengan volume logam yang di tempatkan. Preparasi yang meminimalkan volume misalnya, bentuk U atau V *double* bukannya V tunggal yang memberikan keiritan dan distorsi minimum. Pada tahap distorsi ini tidak diketahui apakah pemilihan persiapan penyambungan menimbulkan efek besar terhadap distorsi pengelasan. Sehingga menimbulkan pertanyaan bagaimana mengetahui pengaruh variasi jenis kampuh las terhadap kekuatan tarik pada proses pengelasan OAW dengan bahan uji yang digunakan berupa baja lunak (*Mild Steel*) dengan ukuran sesuai standar ASTM E8/E 8M – 08 dengan pengujian bentuk kampuh V dan X menggunakan logam pengisi berdiameter 2.0 mm. Pada spesimen dengan sambungan kampuh V nilai rata-rata tegangan maksimum (σ_{Max}) 1996,68 Kgf/mm². Pada spesimen las dengan sambungan kampuh X nilai rata-rata tegangan maksimum (σ_{Max}) 1963,51 Kgf/mm². Hasil penelitian ini menunjukkan hasil pengelasan baja lunak ST40 terhadap kekuatan tarik pada proses pengelasan OAW menggunakan kampuh V lebih besar nilai tegangannya 1996,68 Kgf/mm². dari nilai tegangan maksimum yang didapat pada penelitian ini disarankan sebaiknya dalam pengelasan baja lunak menggunakan kampuh V.

Kata Kunci : Kekuatan Tarik, Kampuh V, Kampuh X, Sambungan Las, Pengelasan Oaw

ABSTRACT

The construction sector is one of the fields that uses the most welding. The welding is widely used in frames, floors and foundations that use steel or iron. Usually the use of these materials is much influenced by the desired strength. In general, all types of distortion increase with the volume of metal placed. Preparations that minimize volume, for example, form U or V double instead of a single V that provides minimal irritation and distortion. At this stage of distortion it is not known whether the selection of the connection preparation has a major effect on welding distortion. So that raises the question of how to determine the effect of variations in the type of weld seam on the tensile strength in the OAW welding process with the test material used in the form of mild steel with sizes according to ASTM standards E8 / E 8M - 08 by testing the form of seam V and X using filler metals 2.0 mm in diameter. In specimens with seam connections V, the average value of maximum stress (σ_{Max}) 1996.68 Kgf / mm². In the weld specimen with seam joint X the average value of maximum stress (σ_{Max}) is 1963.51 Kgf / mm². The results of this study indicate the welding results of ST40 soft steel to the tensile strength of the OAW welding process using seam V with a greater stress value of 1996.68 Kgf / mm². of the maximum stress value obtained in this study it is recommended that in welding soft steel use seam V.

Keywords: Tensile Strength, V Seam, X Seam, Welding Connection, Oaw Welding

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan OAW” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Affandi, S.T., M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak M. Yani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu dalam bidang teknik mesin khususnya konstruksi dan manufaktur kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Muhammad Idris Siregar dan Nurasih, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Bagus Hartanto, Muhammad Sandi Pradana, Abangda Arya Rudi Nasution S.T., M.T, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, 28 Februari 2020

Rahmad Marzuki Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Jenis Kampuh Las	4
2.1.1 Sambungan Las	6
2.2. Analisa Pengaruh Kampuh Las	9
2.3. Kekuatan Tarik	11
2.4. Pengelasan	11
2.4.1. Nyala Api Las OAW	13
2.4.2. Kelebihan dan Kekurangan Pengelasan OAW	15
2.5. Metode-metode Pengelasan	15
BAB 3 METODOLOGI	23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	29
3.3 Bagan Alir Penelitian	30
3.4 Prosedur Penelitian	31
3.5 Prosedur Pengujian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Pembuatan Spesimen	32
4.2 Prosedur Pengujian	35
4.3 Hasil Pengujian	38
4.3.1 Hasil Spesimen 1 Kampuh V	38
4.3.2 Hasil Spesimen 2 Kampuh V	39
4.3.3 Hasil Spesimen 3 Kampuh V	40
4.3.4 Hasil Spesimen 1 Kampuh X	40
4.3.5 Hasil Spesimen 2 Kampuh X	41

4.3.6	Hasil Spesimen 3 Kampuh X	42
4.3.7	Data Hasil Pengujian	43
4.4	Pembahasan	44
4.4.1	Hasil Rata-rata	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	44
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Rencana pelaksanaan penelitian	23
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kampuh Persegi (<i>Square Groove</i>)	4
Gambar 2.2 Kampuh V (<i>V Groove</i>)	5
Gambar 2.3 Kampuh V ganda (<i>Double Vee Groove</i>)	5
Gambar 2.4 Kampuh U (<i>U Groove</i>)	6
Gambar 2.5 Kampuh Tirus (<i>Bevel Groove</i>)	6
Gambar 2.6 Sambungan Tumpu (<i>Butt Joint</i>)	7
Gambar 2.7 Sambungan T (<i>T Joint</i>)	7
Gambar 2.8 Sambungan Sudut (<i>Corner Joint</i>)	8
Gambar 2.9 Sambungan Tumpang (<i>Lap Joint</i>)	8
Gambar 2.10 Sambungan Tekuk (<i>Edge Joint</i>)	9
Gambar 2.11 Kurva Tegangan-Regangan	11
Gambar 2.12 Mekanisme Las OAW	13
Gambar 2.13 Nyala Api Oksidasi	13
Gambar 2.14 Nyala Api Karburasi	14
Gambar 2.15 Nyala Api Netral	14
Gambar 2.16 Skema pengelasan <i>Metal Inert Gas</i> (MIG)	15
Gambar 2.17 Skema pengelasan <i>Shield Metal Arc Welding</i> (SMAW)	16
Gambar 2.18 Skema pengelasan <i>Tungsten Inert Gas</i> (TIG)	16
Gambar 2.19 Skema pengelasan <i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW)	17
Gambar 2.20 Skema pengelasan <i>Plasma Arc Welding</i> (PAW)	17
Gambar 2.21 Skema pengelasan <i>Submerged Arc Welding</i> (SAW)	18
Gambar 2.22 Skema pengelasan <i>Friction welding</i>	18
Gambar 2.23 Skema pengelasan <i>Friction stir welding</i>	19
Gambar 2.24 Skema pengelasan <i>Spot Welding</i>	19
Gambar 2.25 Skema pengelasan <i>Seam Welding</i>	20
Gambar 2.26 Skema pengelasan <i>Projection Welding</i>	20
Gambar 2.27 Skema pengelasan <i>Flash Welding</i>	21
Gambar 2.28 Skema pengelasan <i>Oxy-Acetylene Welding</i> (OAW)	21
Gambar 2.29 Skema pengelasan <i>Electron Beam Welding</i>	22
Gambar 2.30 Skema pengelasan <i>Laser Beam Welding</i>	22
Gambar 3.1 Tabung Oksigen dan Tabung Asitelin	24
Gambar 3.2 Blander Las (<i>welding torch</i>)	24
Gambar 3.3 Mesin Uji Tarik (<i>Universal Testing Machine</i>)	25
Gambar 3.4 Kawat Baja (<i>Wire</i>)	25
Gambar 3.5 Sikat Baja	26
Gambar 3.6 Mesin Bor	26
Gambar 3.7 Mesin <i>Milling</i>	27
Gambar 3.8 Tang Jepit	27
Gambar 3.9 Mesin Gerinda	27
Gambar 3.10 Jangka Sorong	28
Gambar 3.11 Cekam	28
Gambar 3.12 PC / Komputer	29
Gambar 3.13 Baja Plat	29
Gambar 3.14 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4.1 Bahan Plat	32
Gambar 4.2 Memotong Plat Baja	32

Gambar 4.3 Membuat Radius	33
Gambar 4.4 Gambar Spesimen Sebelum Pembuatan Kampuh	33
Gambar 4.5 Membuat Kampuh V dan X	34
Gambar 4.6 Hasil Pembuatan Kampuh V dan X	34
Gambar 4.7 Menyambung Spesimen Uji	34
Gambar 4.8 Hasil Pengelasan Terhadap Spesimen	35
Gambar 4.9 Mesin Uji Tarik dan Kelengkapannya	35
Gambar 4.10 Pc/Komputer	36
Gambar 4.11 Cekam(<i>Jig</i>)	36
Gambar 4.12 Mengikat Spesimen	37
Gambar 4.13 Pengujian Tarik	37
Gambar 4.14 Patahan Spesimen Hasil Pengujian Tarik	38
Gambar 4.15 Hasil uji tarik spesimen 1 kampuh V	38
Gambar 4.16 Hasil uji tarik spesimen 2 kampuh V	39
Gambar 4.17 Hasil uji tarik spesimen 3 kampuh V	40
Gambar 4.18 Hasil uji tarik spesimen 1 kampuh X	41
Gambar 4.19 Hasil uji tarik spesimen 2 kampuh X	42
Gambar 4.20 Hasil uji tarik spesimen 3 kampuh X	43
Gambar 4.21 perbandingan kekuatan tarik spesimen kampuh V	44
Gambar 4.22 perbandingan kekuatan tarik spesimen kampuh X	44
Gambar 4.23 hasil rata-rata pengujian tarik kampuh V	45
Gambar 4.24 hasil rata-rata pengujian tarik kampuh X	45

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
mm	Milimeter	
%	Persen	
mm ²	Milimeter Persegi	
O ₂	Oksigen	
CO ₂	Karbon Dioksida	
σ	Tegangan	Kgf/mm ²
Kg	Kilogram	
N	Newton	
\emptyset	Diameter	
+	Katup Positif	
ϵ	Regangan	
E	Modulus Elastisitas	
A	Luas Penampang	mm ²
W	Lebar	
T	Tebal	
F	Gaya	kgf
Δx	Pertambahan panjang	
X	Panjang awal	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bidang konstruksi adalah salah satu bidang yang paling banyak menggunakan pengelasan. Pengelasannya banyak digunakan pada rangka-rangka, lantai, dan pondasi yang menggunakan baja ataupun besi. Biasanya penggunaan bahan tersebut banyak dipengaruhi dari kekuatan yang diinginkan. Tidak sedikit dalam pemilihan material dan pengelasan diabaikan dalam sebuah konstruksi sehingga menimbulkan kerusakan-kerusakan pada konstruksi tersebut. Salah satu variabel yang sangat mempengaruhi kekuatan hasil lasan adalah besar kecilnya arus listrik. Arus akan mempengaruhi besarnya masukan panas pada logam las dan juga berpengaruh terhadap laju pendinginan. Hal ini akan berpengaruh terhadap pola struktur mikro yang terbentuk pada logam las.

Semakin besar masukan panas pengelasan yang diterima akan mengakibatkan semakin besar regangan *thermal* (pengembangan dan penyusutan) *non-uniform* yang terjadi di daerah sambungan las dan sekitarnya. Pada konstruksi las yang dibiarkan bebas bergerak (tana mendapat gaya atau beban luar), regangan *thermal* yang tersisa setelah suhu lasan mencapai temperatur kamar (mendingin) disebut sebagai distorsi las. Pada tahap distorsi ini tidak diketahui apakah pemilihan persiapan penyambungan menimbulkan efek besar terhadap distorsi pengelasan.

Lepas dari konstruksi sambungan melintang dan *longitudinal* dalam bidang, sudut diantara komponen-komponen cenderung berkurang kearah sisi dimana sumber panas berasal (distorsi *angular*). Secara umum, semua jenis distorsi meningkat dengan volume logam yang di tempatkan. Preaparasi yang meminimalkan volume misalnya, bentuk U atau V *double* bukannya V tunggal yang memberikan keiritan dan distorsi minimum.

Dari hasil penelitian yang dilakukan (Irzal, Dkk, 2018) pada spesimen dengan membuat dan menguji spesimen dengan mesin uji tarik (*Hydraulic Universal Testing Machine*) maka didapatkan pada spesimen tanpa pengelasan nilai rata-rata tegangan maksimum (σ_{Max}) 41,28 Kgf/mm². pada spesimen las dengan sambungan kampuh V nilai rata-rata tegangan maksimum (σ_{Max}) 39,82

Kgf/mm². pada spesimen las dengan sambungan kempuh I nilai rata-rata tegangan maksimum (σ_{Max}) 38,32 Kgf/mm². Hasil penelitian ini menunjukkan pengelasan besi IWF 400 menggunakan kempuh V lebih besar nilai tegangannya 39,82 Kgf/mm².

Dengan latar belakang ini, maka saya tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul: “**Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kempuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan OAW**”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat di rumuskan masalahnya yaitu :
Menganalisa pengaruh variasi jenis kempuh las terhadap kekuatan tarik pada proses pengelasan OAW.

1.3 Ruang Lingkup

Agar pembahasan tidak terjebak dalam pembahasan yang tidak perlu maka dibuat batasan masalah yang meliputi :

- a Bahan uji yang digunakan berupa baja lunak dengan dimensi ukuran sesuai standard ASTM E8/E 8M - 08
- b Kempuh las yang digunakan berbentuk V dan X
- c Logam pengisi (*Filler*) berupa kawat baja dengan \varnothing 2mm
- d Pengujian tarik dilakukan dengan mesin UTM (*Universal Testing Machine*)

1.4 Tujuan

a Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hasil dari pengaruh variasi jenis kempuh las terhadap kekuatan tarik pada proses pengelasan OAW.

b Tujuan Khusus

1. Menganalisa kempuh las jenis V terhadap kekuatan tarik
2. Menganalisa kempuh las jenis X terhadap kekuatan tarik

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah membandingkan kekuatan tarik terhadap variasi kampuh las pada proses pengelasan OAW terhadap kekuatan tarik sehingga mendapatkan kekuatan yang diinginkan pada proses pengelasan dan jenis kampuh tersebut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Kampuh Las

Jenis kampuh yang dipilih berkaitan dengan metode pengelasan dan ketebalan plat. Ideal sendi menyediakan kekuatan struktural yang diperlukan dan kualitas tanpa perlu besar volume bersama. Biaya las meningkat dengan ukuran sendi, dan masukan panas yang lebih tinggi akan menimbulkan masalah dengan kekuatan pengelasan. Kampuh las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang merekat ke benda kerja. Dengan demikian kekuatan las akan lebih terjamin, sedangkan jenis kampuh las yang dipakai pada tiap pengelasan tergantung pada ketebalan benda kerja, jenis benda kerja, kekuatan yang diinginkan, dan posisi pengelasan.

Sebelum melakukan pengelasan, selain harus diketahui jenis sambungan, harus pula ditentukan desain kampuh yang akan dibuat. Desain tersebut selain untuk menghasilkan lasan yang baik, juga mempertimbangkan efisiensi dan efektifitas dari desain lasan. Desain yang sesuai dengan spesifikasi material yang disambung akan dapat mengurangi waktu dan biaya yang diperlukan untuk menghasilkan sambungan tanpa mengesampingkan kualitas sambungan itu sendiri, berikut ini pemaparan tentang jenis-jenis kampuh las.

1. Kampuh Persegi (*Square Groove*)

Kampuh persegi dapat dibuat dengan posisi kampuh tertutup ataupun terbuka. Umumnya desain ini digunakan pada logam tipis seperti yang terlihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Kampuh Persegi (*Square Groove*) (Sonawan, 2003)

2. Kampuh V (*V Groove*)

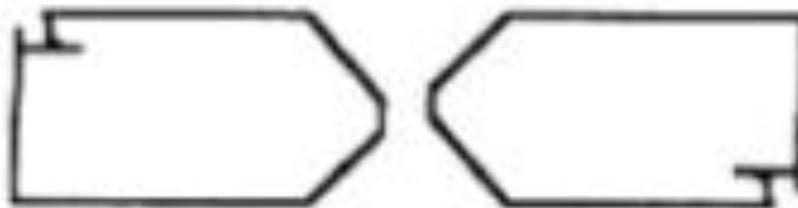
Penggunaan kampuh V ini menjadi salah satu desain yang paling banyak dipakai. Desain ini dapat menghasilkan kualitas lasan yang sangat baik. Kampuh V digunakan pada material dengan ketebalan sedang sampai tebal seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Kampuh V (*V Groove*) (Sonawan, 2003)

3. Kampuh V ganda (*Double Vee Groove*)

Penggunaan kampuh V ganda dapat mengurangi banyaknya tingkat endapan dan distorsi yang mungkin terjadi pada material sehingga dapat digunakan pada material dengan ketebalan yang lebih tebal dibandingkan dengan jenis kampuh lainnya. Pada umumnya pada kampuh V ganda, pengelasan dilakukan bergantian antar sisinya untuk menghindari distorsi seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Kampuh V ganda (*Double Vee Groove*) (Sonawan, 2003)

4. Kampuh U (*U Groove*)

Desain kampuh U umumnya digunakan pada material yang lebih tebal. Desain ini dapat mengurangi tingkat endapan las yang diperlukan dibandingkan dengan kampuh V karena kampuh U menggunakan sudut kampuh yang lebih kecil

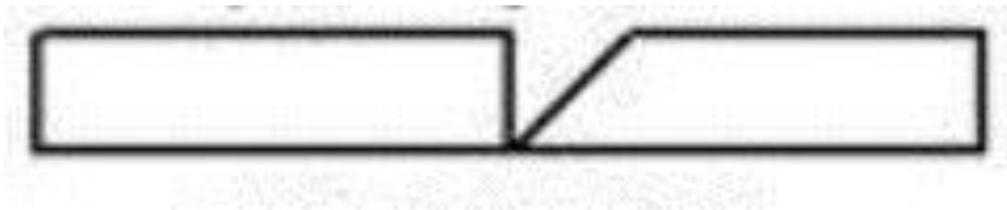
dan tetap menjaga fusi yang memadai seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Kampuh U (*U Groove*) (Sonawan, 2003)

5. Kampuh Tirus (*Bevel Groove*)

Kampuh tirus memerlukan persiapan yang tidak sebanyak kampuh V. Penirusan dilakukan hanya pada satu bagian saja sedangkan pada bagian lain yang akan dilas dibiarkan dalam bentuknya. Desain ini memerlukan tingkat endapan las yang lebih sedikit dibandingkan kampuh V dengan kekuatan las yang baik seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Kampuh Tirus (*Bevel Groove*) (Sonawan, 2003)

2.1.1 Sambungan Las

Jenis Sambungan Pengelasan adalah tipe sambungan material atau plat yang digunakan untuk proses pengelasan. Jenis sambungan las mempunyai beberapa macam yang menjadi jenis sambungan utama (Wirjosumarto, 1996) yaitu:

1. Sambungan Tumpu (*Butt Joint*)

Sambungan tumpu (butt joint). kedua bagian benda yang akan disambung diletakkan pada bidang datar yang sama dan disambung pada kedua ujungnya dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.

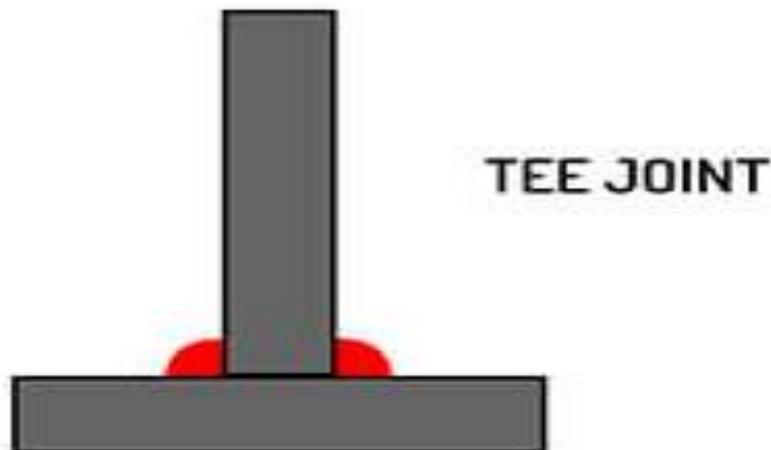


BUTT JOINT

Gambar 2.6 Sambungan Tumpu (*Butt Joint*) (Wiryosumarto, 1996)

2. Sambungan T (*T Joint*)

T Joint adalah jenis sambungan yang berbentuk seperti huruf T, tipe sambungan ini banyak diaplikasikan untuk pembuatan konstruksi atap, konveyor dan jenis konstruksi lainnya. Untuk tipe *groove* juga terkadang digunakan untuk sambungan *fillet* adalah *double bevel*, namun hal tersebut sangat jarang kecuali pelat atau materialnya sangat tebal dapat dilihat seperti pada gambar 2.7 di bawah ini.



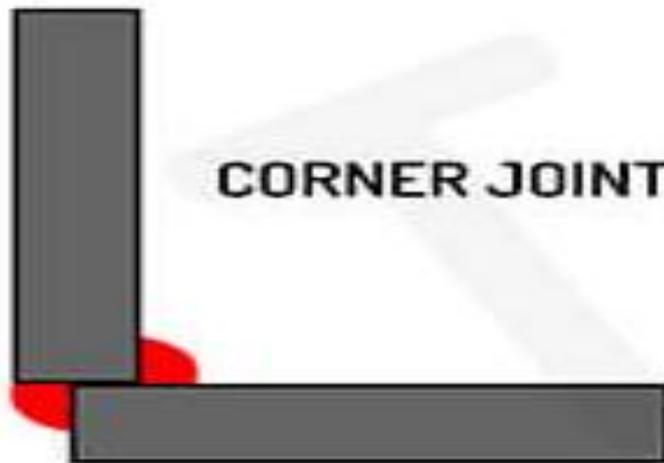
TEE JOINT

Gambar 2.7 Sambungan T (*T Joint*) (Wiryosumarto, 1996)

3. Sambungan Sudut (*Corner Joint*)

Sambungan Sudut (*Corner Joint*) mempunyai desain sambungan yang hampir sama dengan *T Joint*, namun yang membedakannya adalah letak dari materialnya. Pada sambungan ini materialnya yang disambung adalah bagian

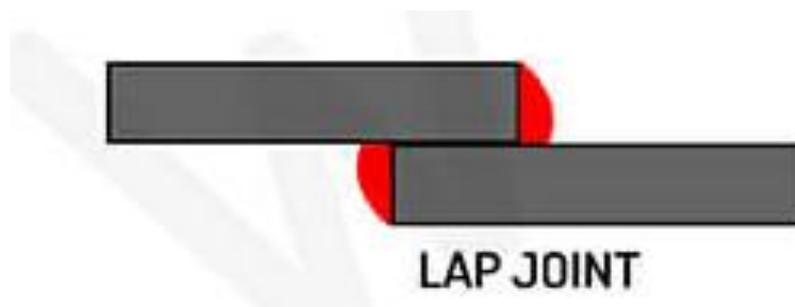
ujung dengan ujung. Ada dua jenis *corner joint*, yaitu *close* dan *open* dapat dilihat seperti pada gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Sambungan Sudut (*Corner Joint*) (Wiryosumarto, 1996)

4. Sambungan Tumpang (*Lap Joint*)

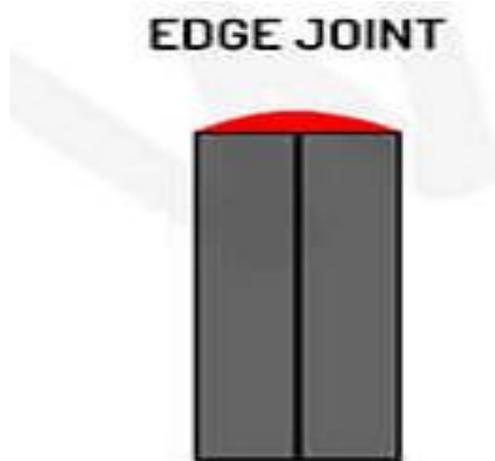
Tipe sambungan las yang sering digunakan untuk pengelasan *spot* atau *steam*. Karena materialnya ini ditumpuk atau disusun sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada bagian *body* kereta dan cenderung untuk plat-plat tipis. Jika menggunakan proses las SMAW, GMAW atau FCAW pengelasannya sama dengan sambungan *fillet* dapat dilihat seperti pada gambar 2.9 di bawah ini.



Gambar 2.9 Sambungan Tumpang (*Lap Joint*) (Wiryosumarto, 1996)

5. Sambungan Tekuk (*Edge Joint*)

Sambungan tekuk (*edge joint*) sisi-sisi yang ditekuk dari ke dua bagian yang akan disambung sejajar, dan sambungan dibuat pada kedua ujung bagian tekukan yang sejajar tersebut dapat dilihat seperti pada gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.10 Sambungan Tekuk (*Edge Joint*) (Wiryosumarto, 1996)

2.2 Analisa Pengaruh Kampuh Las

Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2008). Dimana hasil pengujian diperoleh melalui percobaan langsung terhadap benda uji. Data yang didapat merupakan data yang diperoleh dari pengujian secara langsung terhadap kekuatan tarik spesimen yang telah dilas dengan bentuk kampuh V dan X menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Data yang telah di dapat dari hasil pengujian di susun guna mendapat nilai kekuatan tarik dari masing-masing spesimen. Nilai kekuatan tarik dapat dihitung dengan rumus :

1. Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

2. Regangan (ε)

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} \quad (2)$$

3. Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

Bidang konstruksi adalah salah satu bidang yang paling banyak menggunakan pengelasan. Pengelasannya banyak digunakan pada rangka-rangka,

lantai, dan pondasi yang menggunakan baja ataupun besi. Biasanya penggunaan bahan tersebut banyak dipengaruhi dari kekuatan yang diinginkan. Tidak sedikit dalam pemilihan material dan pengelasan diabaikan dalam sebuah konstruksi sehingga menimbulkan kerusakan-kerusakan pada konstruksi tersebut. Salah satu variabel yang sangat mempengaruhi kekuatan hasil lasan adalah besar kecilnya arus listrik. Arus akan mempengaruhi besarnya masukan panas pada logam las dan juga berpengaruh terhadap laju pendinginan. Hal ini akan berpengaruh terhadap pola struktur mikro yang terbentuk pada logam las.

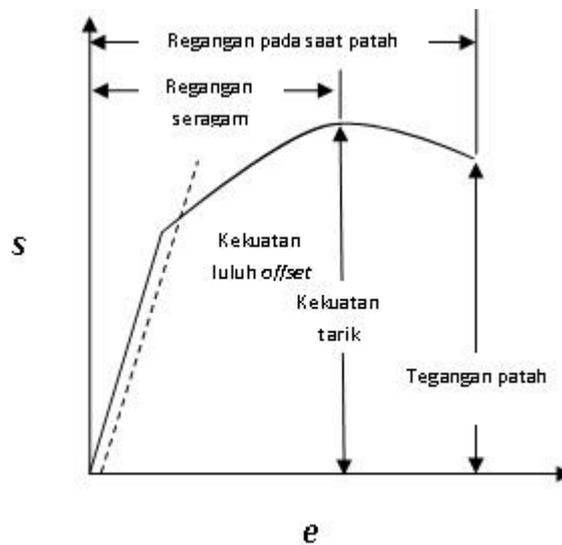
Semakin besar masukan panas pengelasan yang diterima akan mengakibatkan semakin besar regangan *thermal* (pengembangan dan penyusutan) *non-uniform* yang terjadi di daerah sambungan las dan sekitarnya. Pada konstruksi las yang dibiarkan bebas bergerak (tanpa mendapat gaya atau beban luar), regangan *thermal* yang tersisa setelah suhu lasan mencapai temperatur kamar (mendingin) disebut sebagai distorsi las. Pada tahap distorsi ini tidak diketahui apakah pemilihan persiapan penyambungan menimbulkan efek besar terhadap distorsi pengelasan. Lepas dari konstruksi sambungan melintang dan *longitudinal* dalam bidang, sudut diantara komponen-komponen cenderung berkurang kearah sisi dimana sumber panas berasal (distorsi *angular*). Secara umum, semua jenis distorsi meningkat dengan volume logam yang di tempatkan. Preaparasi yang meminimalkan volume misalnya, bentuk U atau V *double* bukannya V tunggal yang memberikan keiritan dan distorsi minimum.

Las oksi asetilin adalah pengelasan yang dilaksanakan dengan pencampuran dua jenis gas sebagai pembentuk nyala api dan sebagai sumber panas. Dalam proses las gas ini, gas yang digunakan adalah campuran dari gas Oksigen (O_2) dan gas lain sebagai gas bahan bakar (fuel gas). Gas bahan bakar paling populer dan paling banyak digunakan dibengkel-bengkel adalah gas Asetilin (C_2H_2). Gas ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan gas bahan bakar lain. Kelebihan yang dimiliki gas Asetilin antara lain, menghasilkan temperatur nyala api lebih tinggi dari gas bahan bakar lainnya, baik dicampur dengan udara maupun oksigen (Harsono, 2000).

2.3. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik (*Tensile Strength, Ultimate Tensile Strength*) adalah tegangan maksimum yang bias ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kekuatan tarik adalah kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bisa berbeda. Beberapa bahan dapat patah begitu saja tanpa mengalami deformasi, yang berarti benda tersebut bersifat rapuh atau getas (*brittle*). Bahan lainnya akan meregang dan mengalami deformasi sebelum patah, yang disebut dengan benda elastis (*ductile*).

Kekuatan tarik umumnya dapat dicari dengan melakukan uji tarik dan mencatat perubahan regangan dan tegangan. Titik tertinggi dari kurva tegangan-regangan disebut dengan kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) nilainya tidak bergantung pada ukuran bahan, melainkan karena faktor jenis bahan. Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi seperti keberadaan zat pengotor dalam bahan, temperatur dan kelembaban lingkungan pengujian, dan penyiapan spesimen seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.11 di bawah ini.



Gambar 2.11 Kurva Tegangan-Regangan (Beumer, 1985)

2.4. Pengelasan

Berdasarkan definisi dari *American Welding Society* (AWS) pengelasan adalah proses penyambungan logam dan non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung dengan temperatur las, yang dilakukan dengan atau tanpa menggunakan tekanan dan dengan tanpa

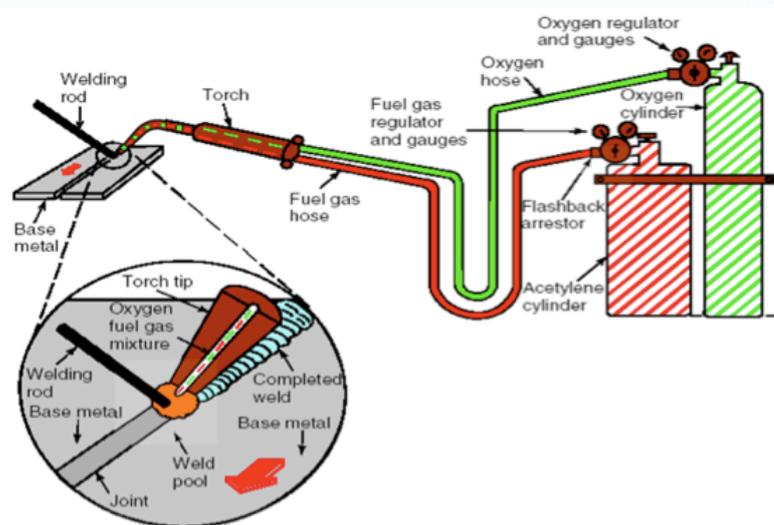
menggunakan logam pengisi. Definisi tersebut dapat diartikan lebih lanjut bahwa pengelasan adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama ataupun berbeda titik maupun strukturnya (Alip, 1989).

Beberapa metode pengelasan telah ditemukan untuk membuat proses pengelasan dengan hasil sambungan yang kuat dan efisien. Pengelasan juga memberikan keuntungan, baik dalam aspek komersil ataupun teknologi. Beberapa keuntungan dari pengelasan adalah sebagai berikut : (Groover, 1996).

1. Pengelasan memberikan sambungan permanen. Kedua bagian yang disambung menjadi satu kesatuan setelah dilas.
2. Sambungan las dapat lebih kuat daripada *metal* induknya, jika logam pengisi yang digunakan memiliki sifat-sifat kekuatan yang tinggi dari *metal* induknya dan teknik pengelasan yang digunakan harus tepat.
3. Pengelasan biasanya merupakan cara yang paling ekonomis, jika ditinjau dari harga pembuatannya dalam segi penggunaannya.
4. Pengelasan tidak dibatasi hanya pada lingkungan pabrik saja, tetapi pengelasan juga dapat dilakukan atau dikerjakan dilapangan.

Pengelasan *Oxygen Asetilen Welding* (OAW) adalah suatu proses pengelasan gas yang menggunakan sumber panas nyala api melalui pembakaran gas oksigen dan gas asetilen untuk mencairkan logam dan bahan tambah. Dalam pengelasan OAW ini biasanya digunakan hanya untuk plat-plat tipis, hal ini dikarenakan sambungan las oksigen asetilen ini mempunyai kekuatan yang rendah dibandingkan las busur listrik. Las OAW ini juga dapat digunakan untuk pemanasan atau pemotongan, namun alat yang digunakan berbeda. Untuk pemotongan menggunakan *torch* yang ada pada katup gas potong, sedangkan untuk pengelasan atau pemanasan menggunakan *welding gun* tanpa katup gas potong.

Kelebihan yang dimiliki gas asetilen antara lain, menghasilkan temperatur nyala api lebih tinggi dari gas bahan bakar lainnya, baik dicampur dengan udara maupun oksigen (Harsono, 2000) adapun mekanisme dan komponen dari pengelasan ini dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Mekanisme Las OAW (Harsono, 2000)

2.4.1. Nyala Api Las OAW

Nyala api oksi astilin dibagi menjadi tiga jenis (Harsono, 2000). Sebagai berikut merupakan paparannya :

a. Nyala Api Oksidasi

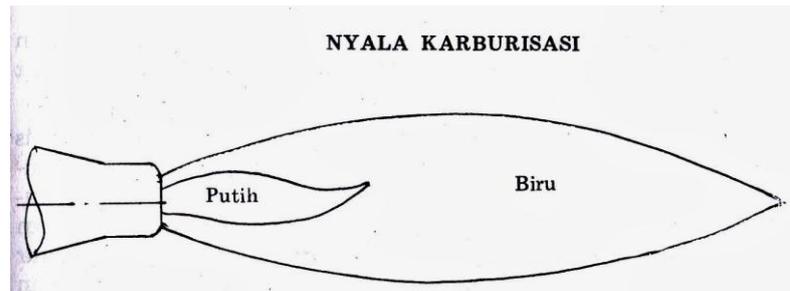
Pada nyala oksidasi ini jumlah gas oksigen yang keluar lebih besar daripada gas asetilen. Nyala inti jadi lebih pendek dan berbentuk meruncing ke ujungnya. Ada suara mendesis yang lebih keras dibandingkan dengan desisan suara nyala netral. Nyala ini sering digunakan untuk pengelasan logam perunggu dan kuningan, serta terkadang digunakan untuk *brazing*. Nyala apinya pendek dan berwarna ungu, nyala kerucut luarnya juga pendek seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.13 di bawah ini.



Gambar 2.13 Nyala Api Oksidasi (Harsono, 2000)

b. Nyala Api Karburasi

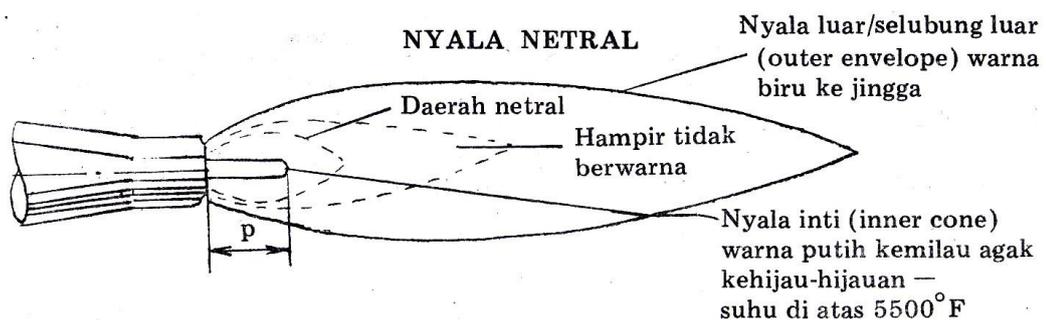
Nyala api karburasi merupakan nyala campuran gas antara asetilen dan oksigen dengan jumlah gas asetilen masih sangat dominan atau lebih banyak. Kegunaan nyala api karburasi biasanya untuk memanaskan serta untuk mengelas permukaan yang keras dan logam putih seperti yang terlihat pada gambar 2.14 di bawah ini.



Gambar 2.14 Nyala Api Karburasi (Harsono, 2000)

c. Nyala Api Netral

Nyala api netral merupakan nyala campuran gas antara gas asetilen dan gas oksigen dengan jumlah yang relatif seimbang. Nyala api kerucut dalam berwarna putih menyala. Nyala api kerucut antara tidak ada (tidak berwarna). Nyala api kerucut luar berwarna kuning. Kegunaan nyala api netral adalah untuk pengelasan biasa dan untuk mengelas baja atau besi tuang seperti yang terlihat pada gambar 2.15 di bawah ini.



Gambar 2.15 Nyala Api Netral (Harsono, 2000)

2.4.2. Kelebihan dan Kekurangan Pengelasan OAW

a. Kelebihan Pengelasan OAW

1. Jika ada pengelasan yang salah dapat dicairkan kembali dengan nyala api oksigen asetelin
2. Dapat digunakan pada plat tipis
3. Peralatan tidak terlalu banyak

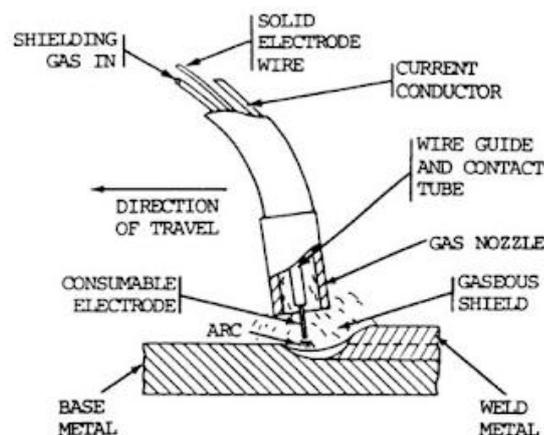
b. Kekurangan Pengelasan OAW

1. Jika digunakan pada plat tebal kekuatannya kurang maksimal
2. Pengelasan manual sehingga efisiensi dan kecepatan las kurang
3. Sangat jarang digunakan untuk pengelasan non logam atau baja tahan karat

2.5 Metode-metode Pengelasan

1. *Metal Inert Gas* (MIG)

Pengelasan metode ini menggunakan elektroda logam dan menggunakan gas *inert* (Argon, Helium) untuk menghindari inklusi atau pengotor oksida. Gas *inert* sangat dibutuhkan untuk logam yang reaktif terhadap atmosfer udara seperti: Al, Mg, Ti. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.16.

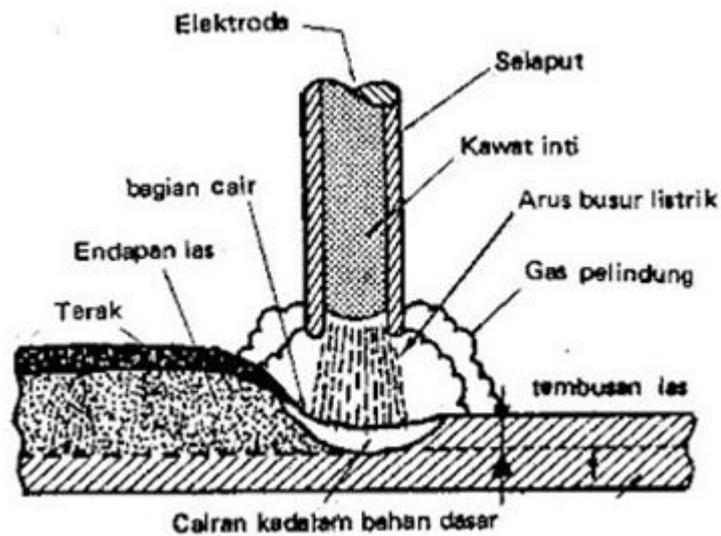


Gambar 2.16 Skema pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) (Groover, 2010)

2. *Shield Metal Arc Welding* (SMAW)

Pengelasan metode ini Menggunakan elektroda logam. Selaput elektroda yang turut terbakar akan mencair dan menghasilkan gas yang melindungi ujung

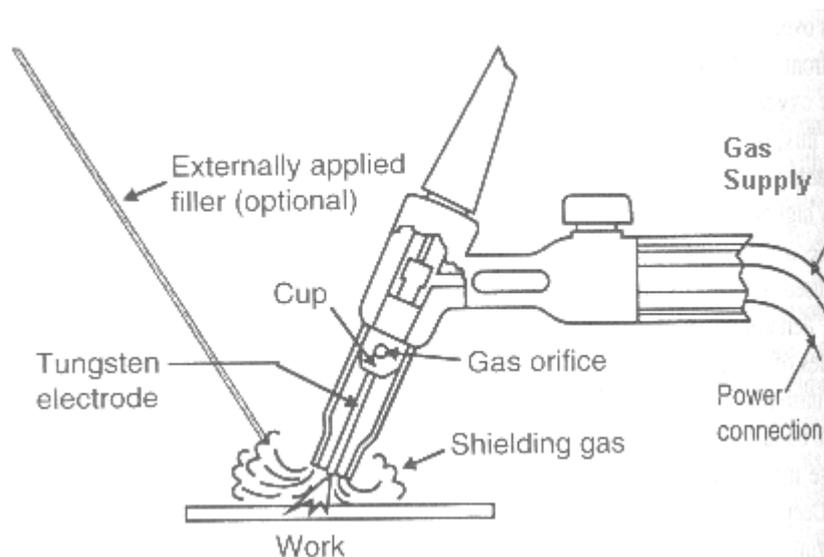
elektroda, kawah las, busur listrik dan daerah las di sekitar busur listrik terhadap pengaruh udara luar. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Skema *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) (Groover, 2010)

3. *Tungsten Inert Gas* (TIG)

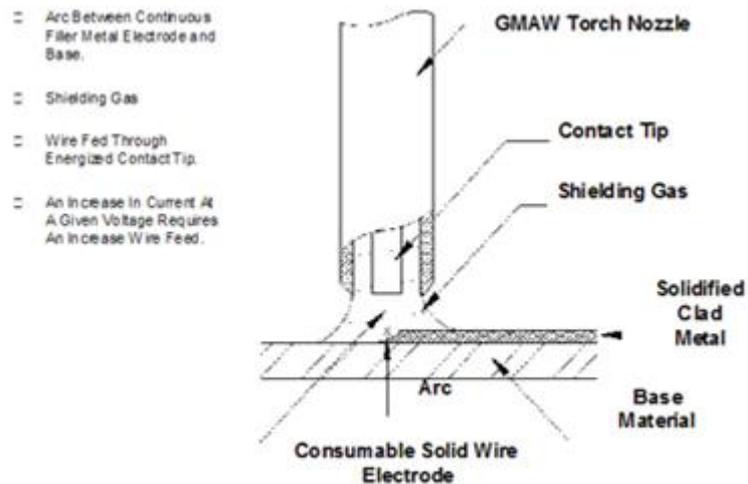
Pengelasan metode ini elektrodanya khusus menggunakan *Wolfram*. Titik cair elektroda *wolfram* yang sampai 3410°C membuat ia tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik. Menggunakan gas *inert* argon dan helium. Gas *inert* untuk logam yang reaktif terhadap atmosfer udara seperti: Al, Mg, Ti. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Skema *Tungsten Inert Gas* (TIG) (Groover, 2010)

4. Gas Metal Arc Welding (GMAW)

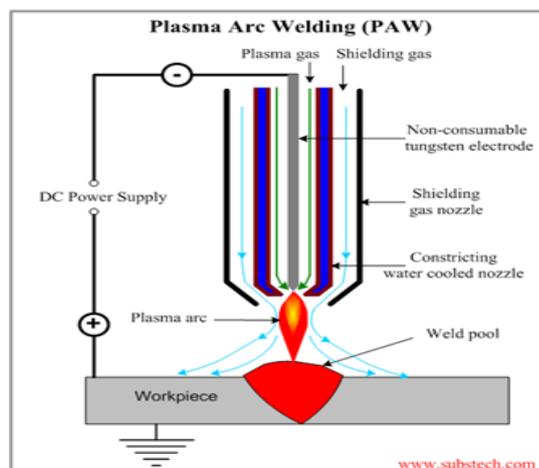
Pengelasan metode ini Menggunakan elektroda logam, dengan gas pelindung tidak harus *inert*, misalnya CO₂ (hanya untuk pengelasan *carbon steel* dan *low alloy steel*). Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Skema Gas Metal Arc Welding (GMAW) (Groover, 2010)

5. Plasma Arc Welding (PAW)

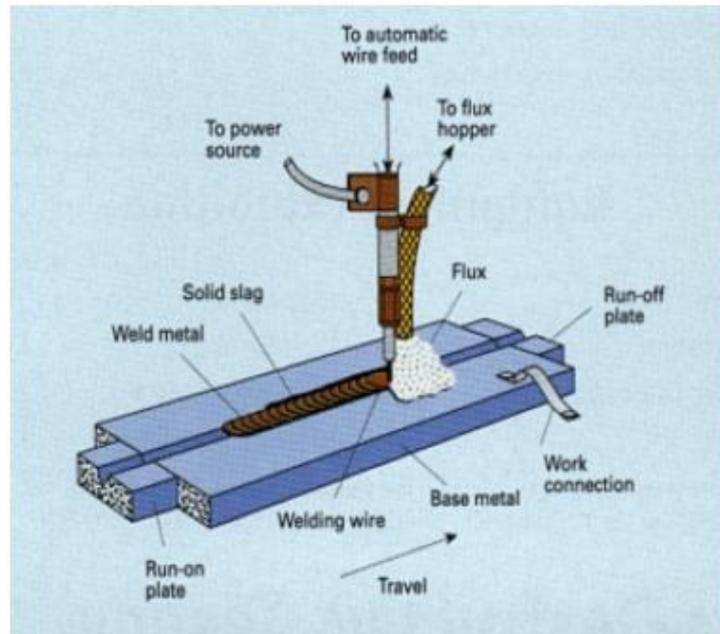
Pengelasan metode ini sama dengan TIG menggunakan elektroda *wolfram* (tidak meleleh), *filler* diumpan secara manual. Perbedaannya pada PAW terdapat gas plasma yang mengandung ion positif dan negatif, sehingga hasil penetrasi dari PAW lebih dalam karena konsentrasi energi lebih besar, dan daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) relatif lebih kecil karena ada plasma gas, stabilitas busur lebih baik dari TIG. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.20.



Gambar 2.20 Skema Plasma Arc Welding (PAW) (Groover, 2010)

6. *Submerged Arc Welding (SAW)*

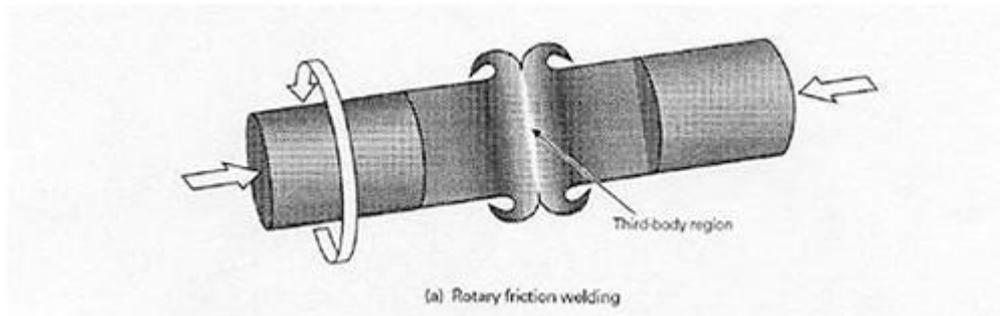
Pengelasan metode ini menggunakan elektroda dalam bentuk kawat diumpankan ke kampuh las benda kerja secara kontinyu dan ditutup dengan *flux* dalam bentuk serbuk halus. Busur listrik tercipta diantara elektroda dan benda kerja namun tidak terlihat karena elektroda tertutup oleh *flux*. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Skema *Submerged Arc Welding (SAW)* (Groover, 2010)

7. *Friction welding*

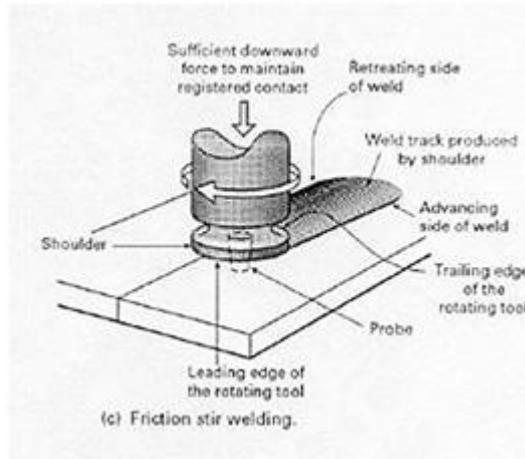
Pengelasan metode ini menggunakan 2 buah benda kerja ditekan dan diputar sehingga akibat friksi keduanya akan timbul panas yang selanjutnya dipakai untuk proses penyambungan. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.22.



Gambar 2.22 Skema *Friction welding* (Groover, 2010)

8. Friction stir welding

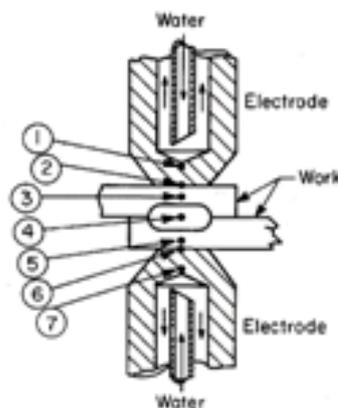
Pengelasan metode ini menggunakan penyambungan dua buah logam dengan menggunakan *probe* yang berputar serta berjalan, menghasilkan gesekan, lalu menimbulkan panas, lalu logam menjadi plastis tapi tidak sampai meleleh dan terjadi penyambungan di antara keduanya. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Skema *Friction stir welding* (Groover, 2010)

9. Spot Welding

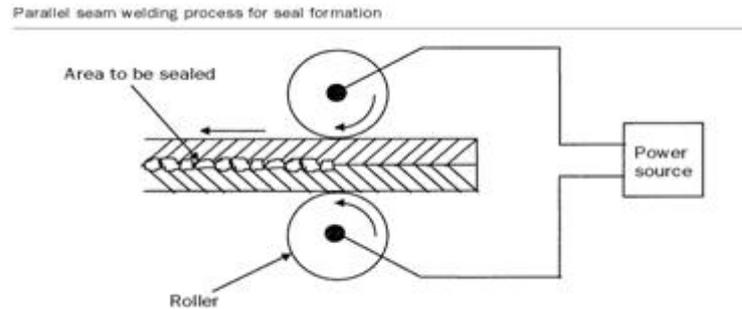
Pengelasan metode ini menggunakan dua elektroda yang berbentuk silinder diletakkan pada kedua permukaan logam, lalu ditekan. Panas yang dihasilkan dari tahanan dikombinasikan dengan pemberian tekanan yang akan menghasilkan *Spot Welding*, panas tersebut akan berakibat terbentuknya *nugget* pada permukaan sambungan dari dua benda kerja. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.24.



Gambar 2.24 Skema *Spot Welding* (Groover, 2010)

10. Seam Welding

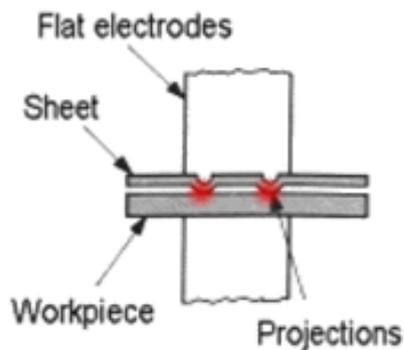
Pengelasan metode ini menggunakan prinsip panas yang dihasilkan sama dengan *spot welding*, namun Pengelasan dilakukan dibanyak titik (*continuous*) yang menghasilkan banyak *nugget* yang berurutan. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.25.



Gambar 2.25 Skema *Seam Welding* (Groover, 2010)

11. Projection Welding

Pengelasan metode ini mengkonsentrasikan arus dan tekanan elektroda pada daerah yang akan dilas yang telah dipersiapkan sebelumnya sehingga aliran arus terfokus pada titik kontak yang terbatas. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.26.

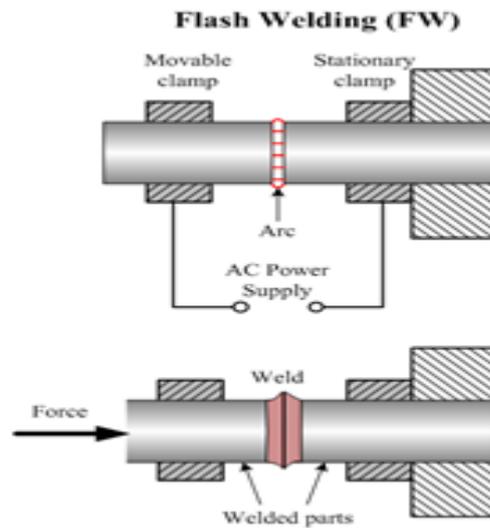


Gambar 2.26 Skema *Projection Welding* (Groover, 2010)

12. Flash Welding

Pengelasan metode ini mengkombinasikan tekanan dari samping dan panas dari arus listrik. Salah satu dari jenis *resistance welding*, dimana tahanan

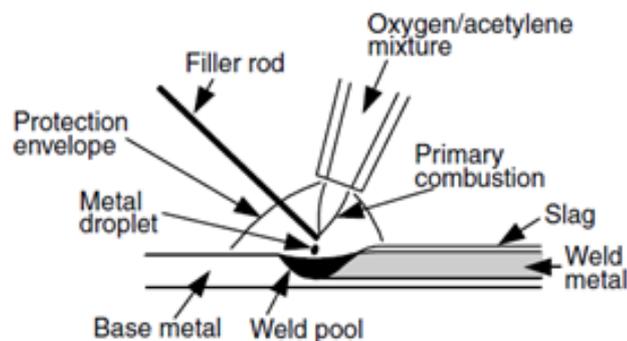
dihasilkan dari *gap* atau celah antara 2 komponen. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Skema *Flash Welding* (Groover, 2010)

13. *Oxy-Acetylene Welding* (OAW)

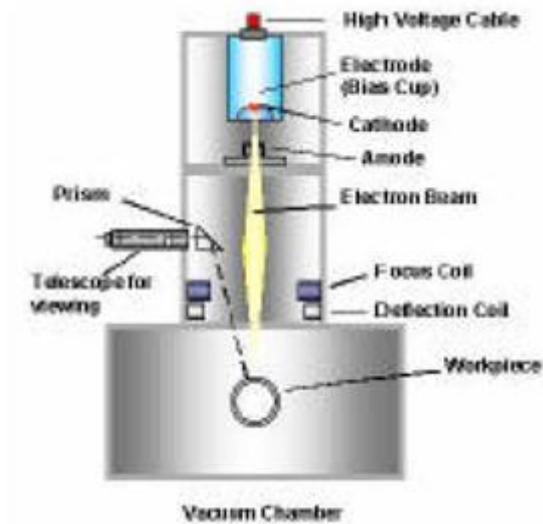
Pengelasan metode ini menggunakan Panas dihasilkan dari gas yang berasal dari campuran *oxygen* dan *fuel* (*acetylene*). Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.28.



Gambar 2.28 Skema *Oxy-Acetylene Welding* (OAW) (Groover, 2010)

14. *Electron Beam Welding*

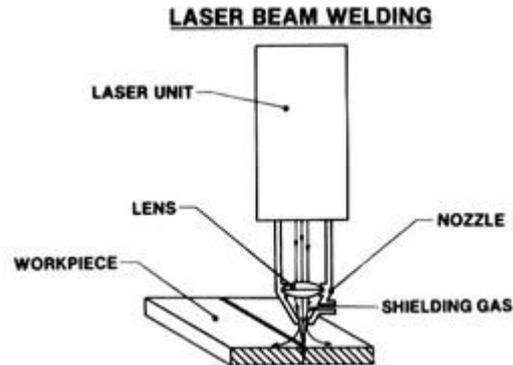
Pengelasan metode ini menggunakan elektron yang bergerak dengan kecepatan tinggi, energi kinetik dari elektron tersebut ditransformasikan menjadi energi panas untuk melelehkan *filler* atau *weld metal*. Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.29.



Gambar 2.29 Skema *Electron Beam Welding* (Groover, 2010)

15. *Laser Beam Welding*

Pengelasan metode ini menggunakan panas yang dihasilkan dari laser (energi radiasi elektromagnetik). Skema pengelasan ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.30.



Gambar 2.30 Skema *Laser Beam Welding* (Groover, 2010)

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

a. Tempat

Tempat pembuatan spesimen dan pelaksanaan pengujian penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi dan Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

b. Waktu

Proses pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, dimulai dari Oktober 2019 sampai dengan Februari 2020.

Tabel 3.1. Rencana pelaksanaan penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■	■	■			
2	Survei Alat dan Bahan		■	■	■		
3	Pembuatan Spesimen Uji			■	■	■	
4	Pembuatan Kampuh V dan X				■	■	
5	Pengelasan Spesimen Uji				■	■	
6	Pengujian Tarik Spesimen					■	■
7	Pengumpulan dan Analisis Data					■	■
8	Penyelesaian / Penulisan Skripsi						■
9	Seminar Hasil						■
10	Sidang						■

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Las OAW

Tabung oksigen adalah tempat menyimpan gas oksigen, pada tabung ini akan diisi gas oksigen yang digunakan untuk proses pengelasan yang kemudian akan disambung dengan regulator dan slang yang menuju ke *welding torch*. Tabung gas asetilen adalah tempat menyimpan gas asetilen, saat proses [pengelasan](#) regulator dibuka. Setelah itu gas akan otomatis keluar melalui slang gas yang terhubung ke *welding torch* seperti yang terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tabung Oksigen dan Tabung Asitelin

2. Blander Las (*Welding Torch*)

Welding Torch adalah tempat untuk mencampur gas oksigen dan asetilen pada saat proses pengelasan, pada *welding torch* ini terdapat katub atau pengatur keluarnya gas oksigen dan asetilen seperti yang terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blander Las (*welding torch*)

3. Mesin Uji Tarik (*Universal Tensile Machine*)

Mesin uji tarik pada penelitian ini digunakan sebagai alat yang akan menguji kekuatan pengelasan dengan cara ditarik dan memiliki kapasitas 5000 Kgf seperti yang terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Machine*)

4. Kawat Baja (*Wire*)

Kawat baja (*wire*) ini digunakan sebagai *filler* atau logam pengisi dengan diameter kawat 2.0 mm pada proses pengambungan las menggunakan pengelasan OAW seperti yang terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Kawat Baja (*Wire*)

5. Sikat Baja

Sikat baja ini digunakan sebagai alat untuk membersihkan sisa-sisa kotoran hasil pengelasan yang masih menempel pada permukaan spesimen uji seperti yang terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Sikat Baja

6. Mesin Bor

Mesin bor digunakan sebagai alat pada tahap pembuatan radius spesimen dengan ketentuan ukuran sesuai dengan *standard* yang telah ditetapkan.



Gambar 3.6 Mesin Bor

7. Mesin *Milling*

Mesin *Milling* digunakan untuk meratakan sisi bagian samping spesimen yang masih kasar akibat perataan menggunakan gerinda serta membuat kampuh V dan X seperti yang terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Mesin *Milling*

8. Tang Jepit

Tang jepit digunakan sebagai alat bantu untuk memegang spesimen yang akan di las untuk menghindari panas yang terjadi akibat pengelasan seperti yang terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tang Jepit

9. Mesin Gerinda Tangan

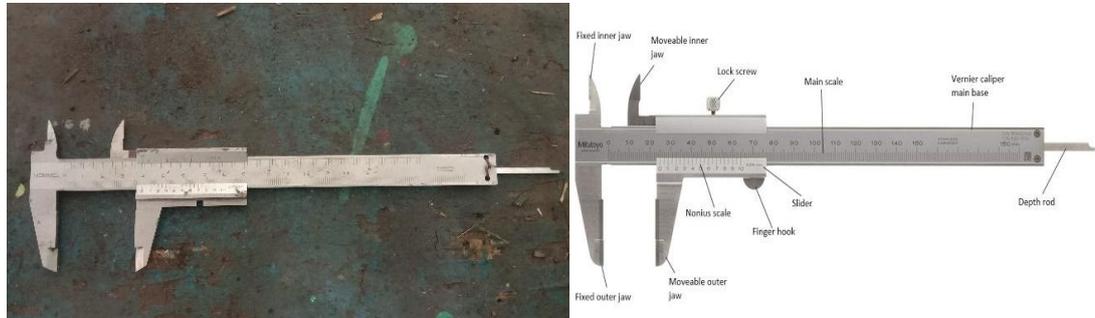
Mesin gerinda ini digunakan untuk meratakan sisi bagian samping yang tidak rata seperti yang terlihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Mesin Gerinda

10. Jangka Sorong

Alat ukur ini digunakan sebagai alat untuk mengukur dimensi spesimen yang tertera pada standar bentuk dan ukuran untuk spesimen uji dengan spesifikasi ketelitian 0.05 mm seperti yang terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Jangka Sorong

11. Cekam

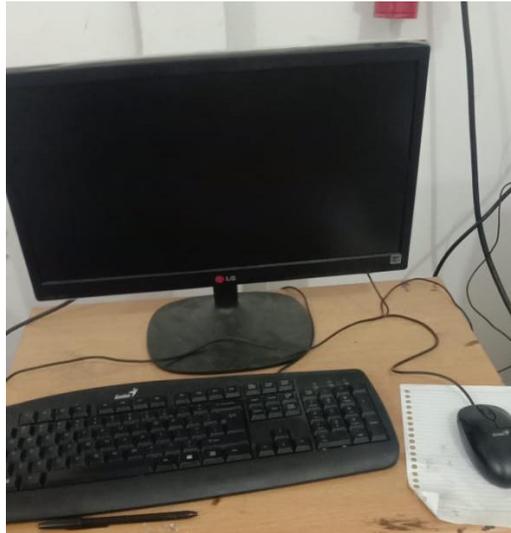
Cekam ini digunakan sebagai alat bantu (*Jig*) untuk memegang spesimen pada pengujian tarik seperti yang terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Cekam

12. PC / Komputer

Komputer ini digunakan sebagai alat untuk mengambil data hasil pengujian yang berbentuk diagram dan data sebagai hasil pengujiannya seperti yang terlihat pada gambar 3.12.



System

Processor:	AMD A4-9120 RADEON R3, 4 COMPUTE CORES 2C+2G	2.20 GHz
Installed memory (RAM):	4,00 GB (3,88 GB usable)	
System type:	64-bit Operating System, x64-based processor	
Pen and Touch:	Pen and Touch Support with 40 Touch Points	

Gambar 3.12 PC / Komputer

3.2.2 Bahan

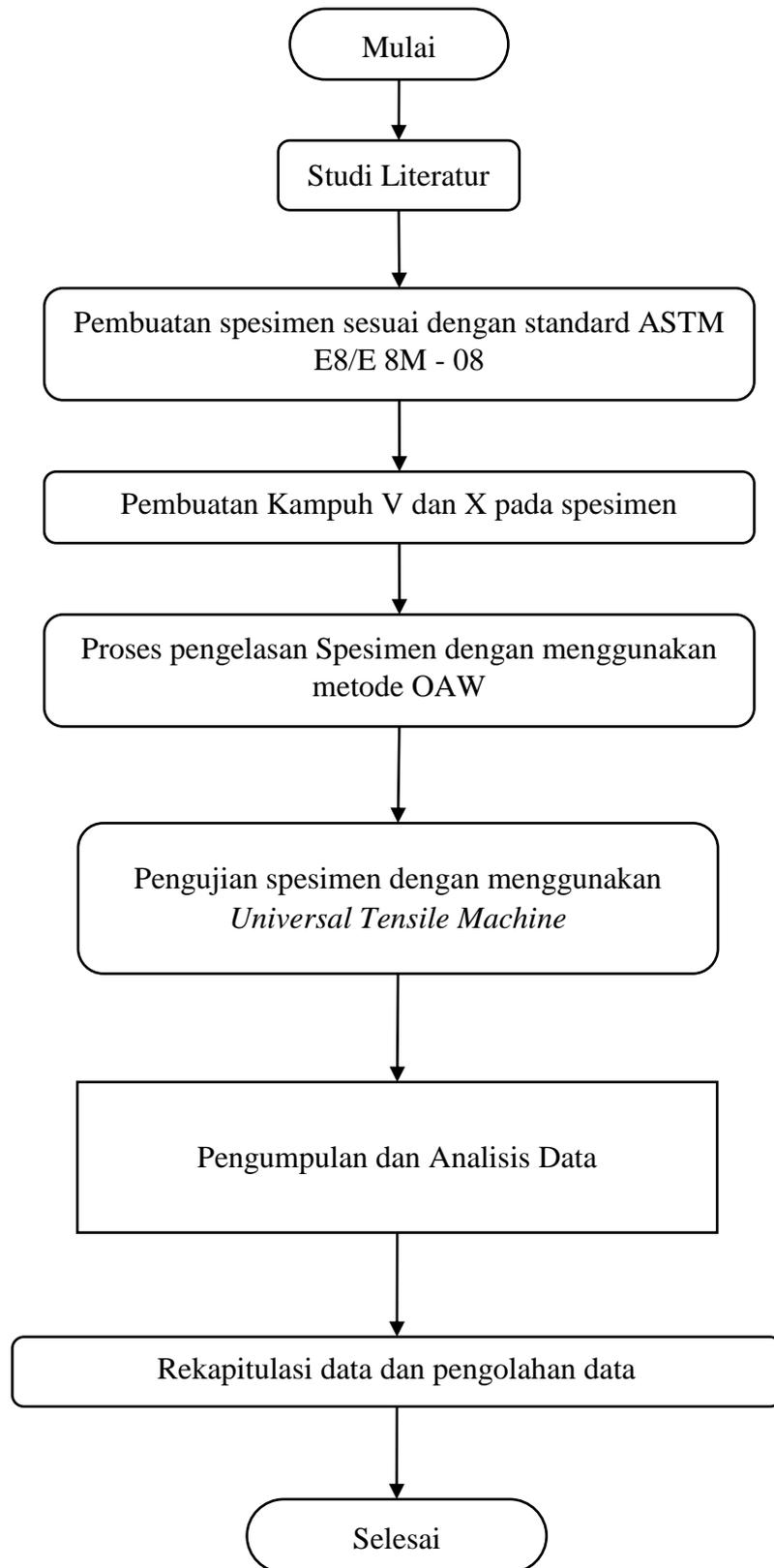
13. Baja Plat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja lunak dengan tipe plat yang banyak kita jumpai di pasaran dengan jenis material baja ST40 seperti yang terlihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Baja Plat ST40

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.14 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

1. Mempersiapkan spesimen uji dengan bahan plat dan memiliki jenis baja ST40
2. Memotong plat baja sesuai dengan dimensi bentuk dan ukuran yang telah ditetapkan
3. Membuat radius dengan cara melakukan tahapan pengeboran pada sisi plat baja
4. Spesimen sebelum pembuatan kampuh
5. Meratakan sisi permukaan spesimen sesuai dengan bentuk dan ukuran standar ASTM E8/E 8M – 08 menggunakan mesin milling
6. Membuat kampuh V dan X dengan ukuran sudut kemiringan 45 derajat menggunakan mesin milling, kampuh V dan X memiliki ukuran kedalaman kampuh 3 mm serta lebar bibir kampuh sebesar 7 mm.
7. Mengelas spesimen uji
8. Hasil pengelasan spesimen

3.5 Prosedur Pengujian

1. Mempersiapkan mesin uji tarik dan kelengkapannya
2. Mempersiapkan PC/Komputer yang akan digunakan sebagai alat untuk menampilkan data hasil pengujian tarik
3. Mempersiapkan cekam (*Jig*) sebagai alat untuk mengikat spesimen
4. Mengikat dan meletakkan spesimen uji pada mesin uji tarik
5. Melakukan pengujian tarik
6. Menyatukan patahan spesimen uji yang telah dilakukan pengujian tarik
7. Memperoleh data hasil pengujian tarik berupa grafik dan tabel

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Spesimen

1. Mempersiapkan spesimen uji dengan jenis plat tipe ST 40 dan memiliki ukuran panjang 200mm, lebar 25mm dan tebal 6mm seperti yang terlihat pada gambar 4.1



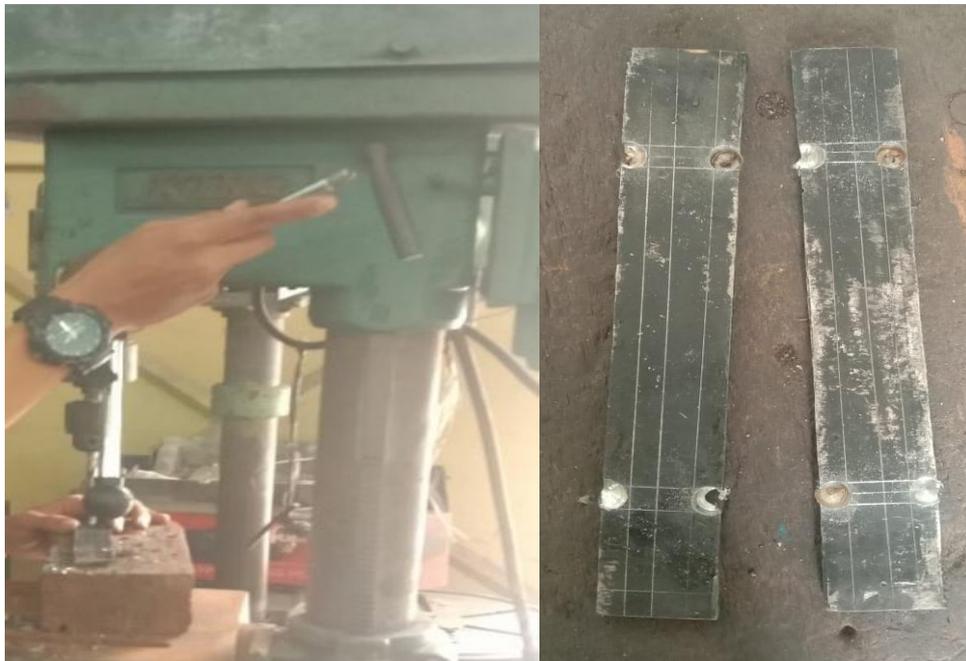
Gambar 4.1 Bahan Plat

2. Memotong plat baja yang akan digunakan sebagai spesimen uji seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Memotong Plat Baja

3. Membuat radius 6mm dengan cara melakukan pengeboran pada plat sebagai spesimen uji seperti yang terlihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Membuat Radius

4. Hasil dari pengerjaan 1 sampai dengan 3 dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Gambar Spesimen Sebelum Pembuatan Kampuh

5. Meratakan permukaan sisi spesimen sesuai dengan bentuk dan ukuran standar ASTM E8/E 8M – 08 menggunakan mesin milling sekaligus membuat kampuh V dan X seperti yang terlihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Membuat Kampuh V dan X

6. Spesimen yang telah melalui tahapan pembuatan kampuh memiliki hasil seperti yang terlihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Hasil Pembuatan Kampuh V dan X

7. Melakukan penyambungan pada spesimen dengan kampuh V dan X spesimen dengan proses pengelasan OAW seperti yang terlihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Menyambung Spesimen Uji

8. Tahapan akhir dari pembuatan spesimen yaitu melakukan penyambungan spesimen, hasil dari tahapan pengambungan spesimen seperti yang terlihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Hasil Pengelasan Terhadap Spesimen

4.2 Prosedur Pengujian

1. Mempersiapkan mesin uji tarik dan kelengkapannya seperti yang terlihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Mesin Uji Tarik dan Kelengkapannya

2. Mempersiapkan PC/Komputer yang akan digunakan untuk mendapatkan data hasil pegujian dari pengujian tarik seperti yang terlihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Pc/Komputer

3. Mempersiapkan cekam (*Jig*) sebagai alat untuk mengikat spesimen seperti yang terlihat pada gambar 4.11



Gambar 4.11 Cekam(*Jig*)

4. Mengikat spesimen pada cekam yang ada pada mesin uji tarik seperti yang terlihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Mengikat Spesimen

5. Melakukan pengujian tarik terhadap spesimen yang telah di las menggunakan mesin uji tarik (*Universal Testing Material*) seperti yang terlihat pada gambar 4.13



Gambar 4.13 Pengujian Tarik

6. Menyatukan patahan spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik untuk mengukur perubahan panjang yang terjadi seperti yang terlihat pada gambar 4.14



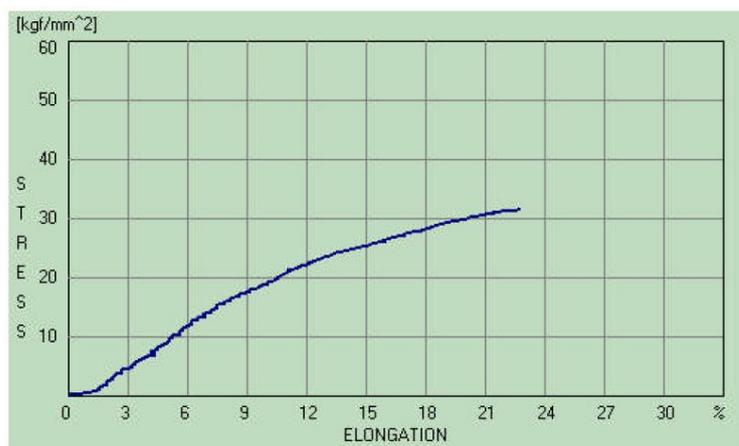
Gambar 4.14 Patahan Spesimen Hasil Pengujian Tarik

4.3 Hasil Pengujian

Pada bab ini ditampilkan pengolahan data hasil penelitian yang akan dibahas sesuai dengan data yang di peroleh. Data yang akan ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen yang akan diuji menggunakan mesin uji tarik dan terdiri dari 3 spesimen yang akan di rata-ratakan adapun hasil dari pengujian yang di dapat dapat dilihat pada gambar 4.15, 4.16, dan 4.17.

4.3.1 Hasil Spesimen 1 Kampuh V

Hasil pada gambar 4.15 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 dengan menggunakan kampuh V yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,32 Kgf/mm², *tensile strength* 31,49 Kgf/mm², *elongation* sebesar 22,73 %.



Gambar 4.15 Hasil uji tarik spesimen 1 kampuh V

Gambar 4.15 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} = 78 \text{ mm}^2$$

b. Stress

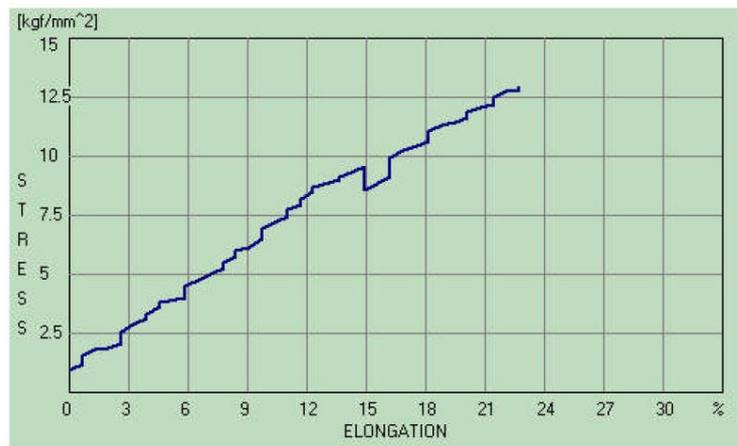
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2456,13 \text{ Kgf}}{78 \text{ mm}^2} = 31,48 \text{ Kgf} / \text{mm}^2$$

c. Strain

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,14 \text{ mm}$$

4.3.2 Hasil Spesimen 2 Kampuh V

Hasil pada gambar 4.16 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 dengan menggunakan kampuh V yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,32 Kgf/mm², *tensile strength* 12,93 Kgf/mm², *elongation* sebesar 22,73 %.



Gambar 4.16 Hasil uji tarik spesimen 2 kampuh V

Gambar 4.16 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} = 78 \text{ mm}^2$$

b. Stress

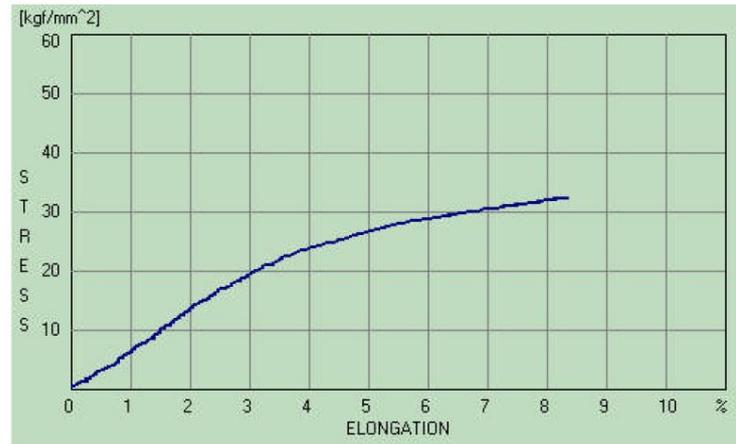
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1008,80 \text{ Kgf}}{78 \text{ mm}^2} = 12,93 \text{ Kgf} / \text{mm}^2$$

c. Strain

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{0,9}{90} = 0,01 \text{ mm}$$

4.3.3 Hasil Spesimen 3 Kampuh V

Hasil pada gambar 4.17 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 dengan menggunakan kampuh V yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,32 Kgf/mm², *tensile strength* 32,37 Kgf/mm², *elongation* sebesar 22,73 %.



Gambar 4.17 Hasil uji tarik spesimen 3 kampuh V

Gambar 4.17 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} = 78 \text{ mm}^2$$

- b. *Stress*

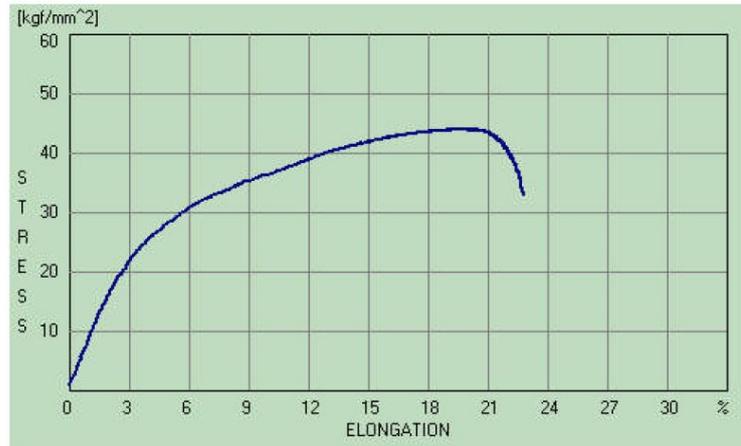
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2525,11 \text{ Kgf}}{78 \text{ mm}^2} = 32,27 \text{ Kgf} / \text{mm}^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1,3}{90} = 0,014 \text{ mm}$$

4.3.4 Hasil Spesimen 1 Kampuh X

Hasil pada gambar 4.18 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 1 dengan menggunakan kampuh X yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,32 Kgf/mm², *tensile strength* 36,80 Kgf /mm², *elongation* sebesar 22,73 %.



Gambar 4.18 Hasil uji tarik spesimen 1 kampuh X

Gambar 4.18 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13\text{mm} \times 6\text{mm} = 78\text{mm}^2$$

- b. *Stress*

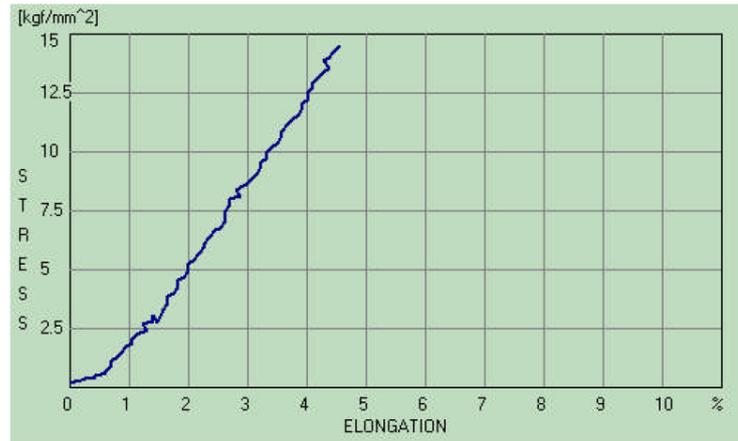
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2870,03\text{Kgf}}{78\text{mm}^2} = 36,79\text{Kgf} / \text{mm}^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{0,7}{90} = 0,007\text{mm}$$

4.3.5 Hasil Spesimen 2 Kampuh X

Hasil pada gambar 4.19 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 2 dengan menggunakan kampuh X yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,06 Kgf/mm², *tensile strength* 14,50 Kgf/mm², *elongation* sebesar 4,55 %.



Gambar 4.19 Hasil uji tarik spesimen 2 kampuh X

Gambar 4.19 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

- a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} = 78 \text{ mm}^2$$

- b. *Stress*

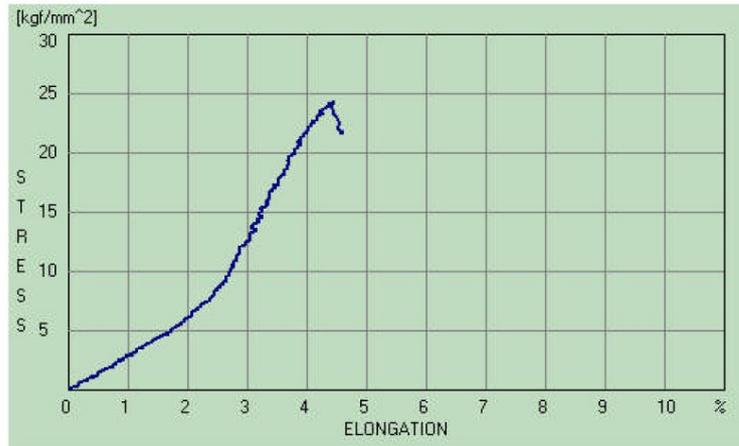
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1130,85 \text{ Kgf}}{78 \text{ mm}^2} = 14,49 \text{ Kgf} / \text{mm}^2$$

- c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{0,4}{90} = 0,004 \text{ mm}$$

4.3.6 Hasil Spesimen 3 Kampuh X

Hasil pada gambar 4.20 merupakan hasil yang didapatkan dari spesimen 3 dengan menggunakan kampuh X yang telah dilakukan pengujian tarik, dari gambar tersebut didapatkan hasil berupa *yield strength* sebesar 0,06 Kgf/mm², *tensile strength* 24,23 Kgf/mm², *elongation* sebesar 4,55 %.



Gambar 4.20 Hasil uji tarik spesimen 3 kampuh X

Gambar 4.20 merupakan hasil pengujian yang dilakukan dengan *Universal Tensile Machine*, hasil tersebut didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut :

a. Luas Penampang

$$A = W \times T = 13\text{mm} \times 6\text{mm} = 78\text{mm}^2$$

b. *Stress*

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1889,67\text{Kgf}}{78\text{mm}^2} = 24,22\text{Kgf} / \text{mm}^2$$

c. *Strain*

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \frac{1}{90} = 0,001\text{mm}$$

4.3.7 Data Hasil Pengujian

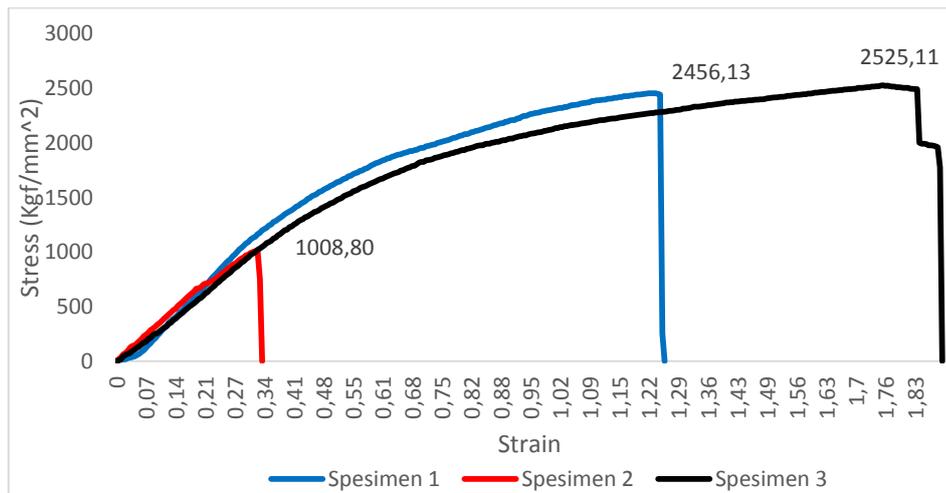
Hasil yang didapatkan dari pengujian dalam penelitian ini dituangkan dalam bentuk tabel seperti yang tertera pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

JENIS KAMPUH		HASIL PENGUJIAN	
		MAXIMUM FORCE	BREAK FORCE
KAMPUH V	Spesimen 1	2456,13	2448,17
	Spesimen 2	1008,80	1008,80
	Spesimen 3	2525,11	2525,11
KAMPUH X	Spesimen 1	2870,03	2570,22
	Spesimen 2	1130,85	1130,85
	Spesimen 3	1889,67	1684,04
Kampuh V		1996,68	1994,02
Kampuh X		1963,51	1795,03

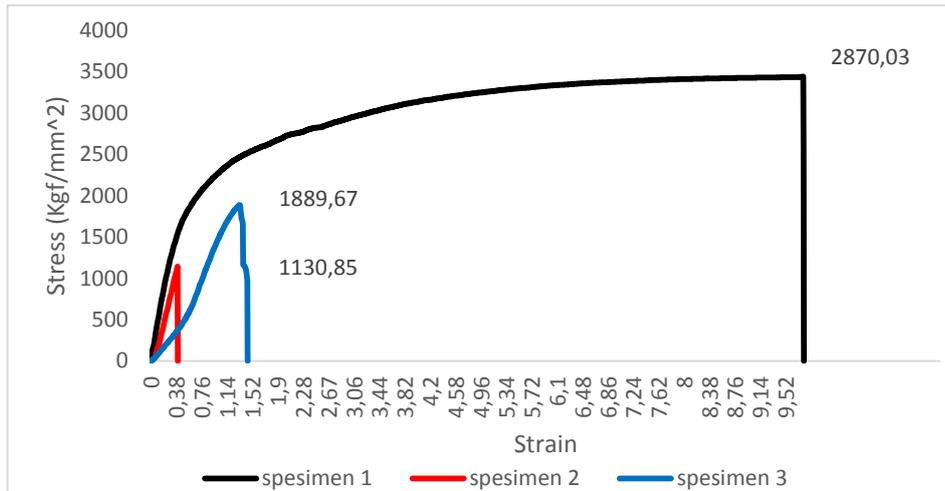
4.4 Pembahasan

Hasil pengujian kekuatan tarik spesimen dengan bentuk kampuh V pertama menggunakan mesin uji tarik mendapatkan hasil yang dituangkan dalam bentuk grafik perbandingan antara kekuatan spesimen 1, 2 dan 3. Hasil yang didapatkan bervariasi dengan kekuatan tarik yang berbeda masing-masing spesimen. Hasil dari perbandingan kekuatan terhadap spesimen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 perbandingan kekuatan tarik spesimen kampuh V

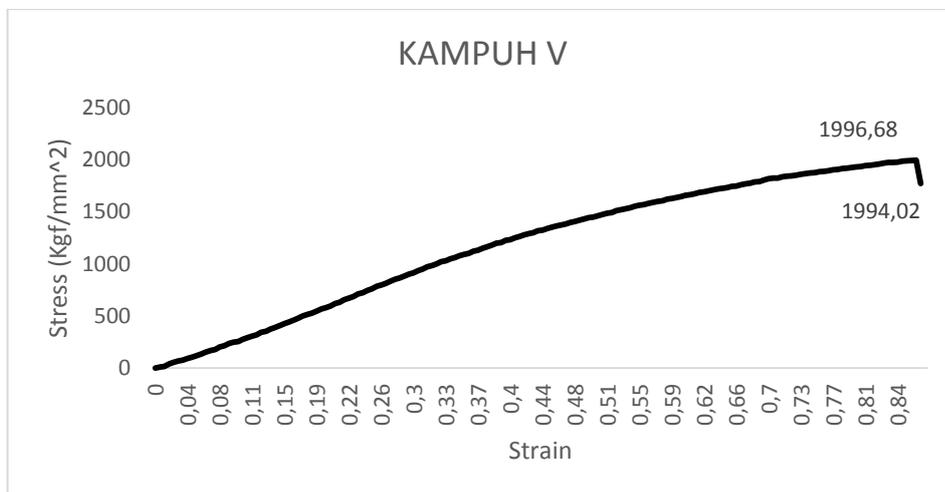
Hasil pengujian kekuatan tarik spesimen dengan bentuk kampuh X pertama menggunakan mesin uji tarik mendapatkan hasil yang dituangkan dalam bentuk grafik perbandingan antara kekuatan spesimen 1, 2 dan 3. Hasil yang didapatkan bervariasi dengan kekuatan tarik yang berbeda masing-masing spesimen. Hasil dari perbandingan kekuatan terhadap spesimen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 perbandingan kekuatan tarik spesimen kampuh X

4.4.1 Hasil Rata-Rata

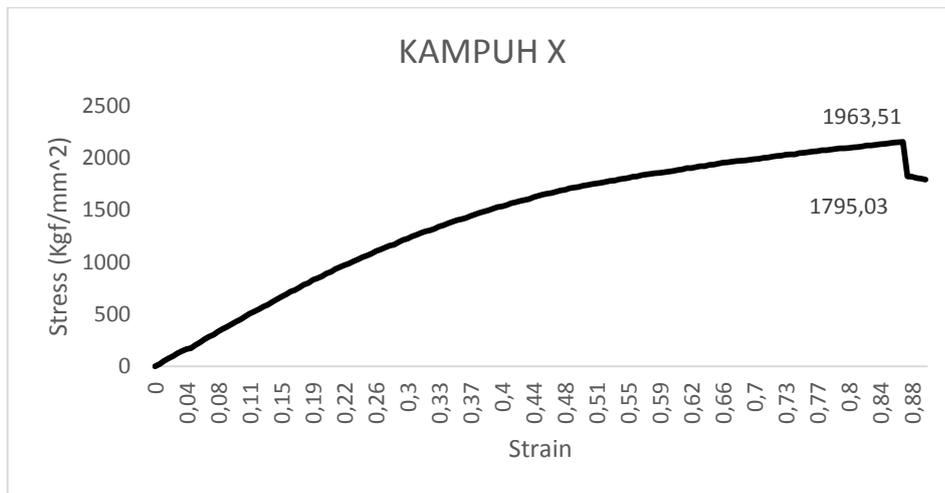
Hasil spesimen dengan perbedaan kekuatan tersebut kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang dominan pada pengujian tarik terhadap spesimen dengan bentuk kampuh V, hasil yang didapat pada *Stress* sebesar 1996,68 Kgf/mm², pengelasan ini mengalami deformasi sehingga pada kekuatan patah spesimen ini sebesar 1994,02 Kgf/mm² seperti yang terlihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 hasil rata-rata pengujian tarik kampuh V

Hasil spesimen dengan perbedaan kekuatan tersebut kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang dominan pada pengujian tarik terhadap spesimen dengan bentuk kampuh X, hasil yang didapat pada *Stress* sebesar 1963,51 Kgf/mm², pengelasan ini mengalami deformasi sehingga pada

kekuatan patah spesimen ini sebesar 1795,03 Kgf/mm² seperti yang terlihat pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 hasil rata-rata pengujian tarik kampuh X

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian tarik pada spesimen maka di dapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen 1 dengan bentuk kampuh V mendapatkan kekuatan tarik berupa maksimum *force* sebesar 2456,13 Kgf/mm² dan *break force* sebesar 2448,17 Kgf/mm².
2. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen 2 dengan bentuk kampuh V mendapatkan kekuatan tarik berupa maksimum *force* sebesar 1008,80 Kgf/mm² dan *break force* sebesar 1008,80 Kgf/mm².
3. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen 3 dengan bentuk kampuh V mendapatkan kekuatan tarik berupa maksimum *force* sebesar 2525,11 Kgf/mm² dan *break force* sebesar 2525,11 Kgf/mm².
4. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen 1 dengan bentuk kampuh X mendapatkan kekuatan tarik berupa maksimum *force* sebesar 2870,03 Kgf/mm² dan *break force* sebesar 2570,22 Kgf/mm².
5. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen 2 dengan bentuk kampuh X mendapatkan kekuatan tarik berupa maksimum *force* sebesar 1130,85 Kgf/mm² dan *break force* sebesar 1130,85 Kgf/mm².
6. Pengujian kekuatan tarik pada spesimen 3 dengan bentuk kampuh X mendapatkan kekuatan tarik berupa maksimum *force* sebesar 1889,67 Kgf/mm² dan *break force* sebesar 1684,04 Kgf/mm².
7. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari hasil penelitian ini kampuh yang memiliki ketahanan terhadap kekuatan tarik adalah jenis kampuh V.

5.2 Saran

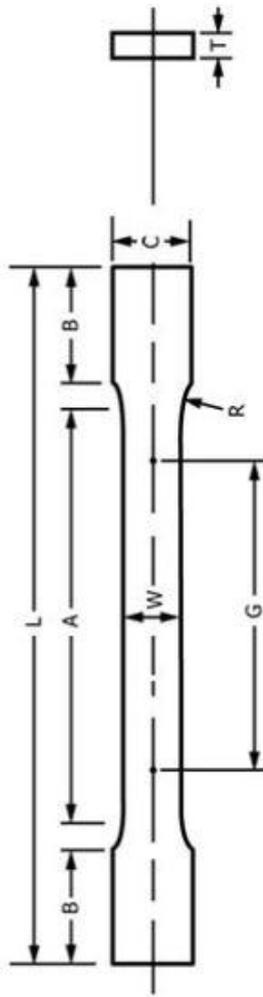
Beberapa hal yang harus dilakukan pada penelitian lanjutan nantinya harus dilakukan pengembangan yaitu :

Pengadaan Las OAW di Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk mempermudah pengelasan jenis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alip, M., 1989, Teori dan Praktik Las. Penerbit Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arifin, S., 1997, Las Listrik dan Otogen, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- ASTM E8/E8M-11. *Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials*. USA, 2012.
- ASME (American Standard of Mechanical Engineer) An Internasional Code, 2015, Boiler & Pressure Vessel Code Section II A.
- AWS (American Welding Society) An American National Standard D1.1, 2015, Structural Welding Code – Steel.
- Beumer, BJM. 1985, Ilmu Bahan Logam, Jilid 1, Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Cary, H.B, 1998, *Modern Welding Technology. 4th edition, Prentice Hall, New Jersey*
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materials, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.*
- Fenoria Putri, 2009, Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Panjang Busur Api Terhadap Hasil Pengelasan.
- Fenoria Putri., 2010, Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Jarak Pengelasan, Palembang.
- Jasman, J., Irzal, I., Adri, J., & Pebrian, P. (2018). *Effect Of Strong Welding Flow On The Violence of Low Carbon Steel Results Of SMAW Welding With Electrodes 7018*
- Prasetyo H., 2006, Kekuatan Tarik Sambungan Las Baja Tahan Karat AIS 304 Dengan Baja Karbon Rendah SS 400, Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Priambodo B. Dkk., 2013, Analisa Pengaruh Penggunaan Elektroda RB 2.6 dan RB 3.2 Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Pengelasan, Skripsi, Universitas Islam Malang, Malang.
- Santoso J., 2005, Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E7018, Skripsi, Universitas Negri Semarang.
- Wirjosumarto, Harsono, dan Toshie Okumura, 2008, Teknologi Pengelasan Logam, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

LAMPIRAN



Dimensions

Standard Specimens		Subsize Specimen
Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gauge length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
T—Thickness (Note 5)	25 [1] 450 [18]	6 [0.250] 100 [4]
R—Radius of fillet, min (Note 6)	225 [9]	32 [1.25]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	75 [3]	30 [1.25]
A—Length of reduced parallel section, min	50 [2]	10 [0.375]
B—Length of grip section, min (Note 9)		
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)		
	thickness of material	
	12.5 [0.500]	
	200 [8]	
	57 [2.25]	
	50 [2]	
	20 [0.750]	

LAMPIRAN 1

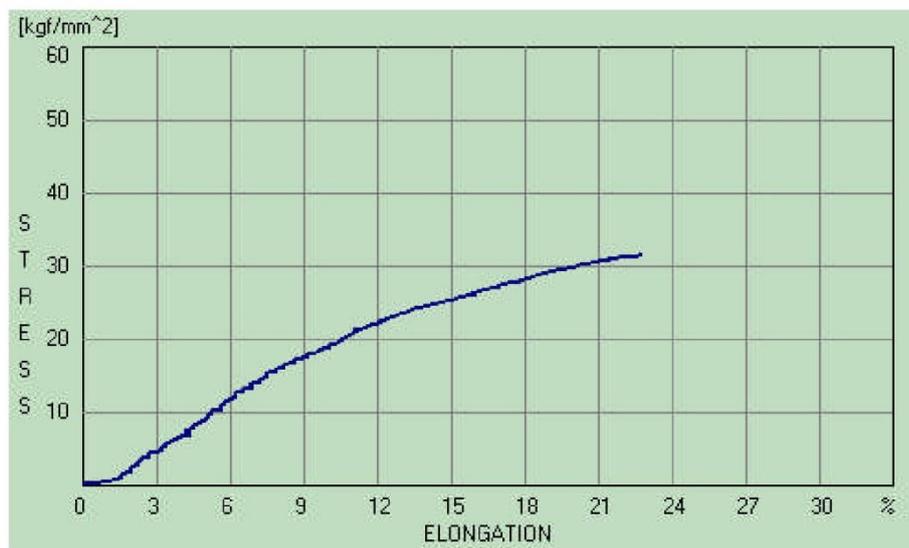


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	<input type="text" value="1"/>	Max. Force :	<input type="text" value="2456.13 (kgf)"/>
Test Type :	<input type="text" value="Tensile"/>	Break Force :	<input type="text" value="2448.17 (kgf)"/>
Date Test :	<input type="text" value="3-2-2020 ; 15:45:4"/>	Yield Strength :	<input type="text" value="0.32 (kgf/mm^2)"/>
Specimens :	<input type="text" value="Others"/>	Tensile Strength :	<input type="text" value="31.49 (kgf/mm^2)"/>
Area :	<input type="text" value="78.00 (mm^2)"/>	Elongation :	<input data-bbox="1054 757 1273 801" type="text" value="22.73 (%)"/>



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 2

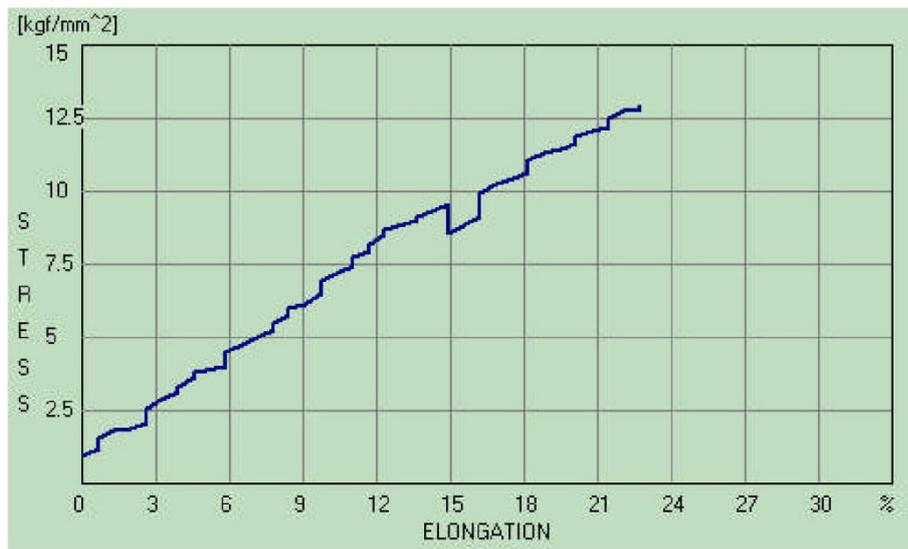


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	1008.80 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	1008.80 (kgf)
Date Test :	3-2-2020 ; 15:49:33	Yield Strength :	0.32 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	12.93 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	22.73 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 3

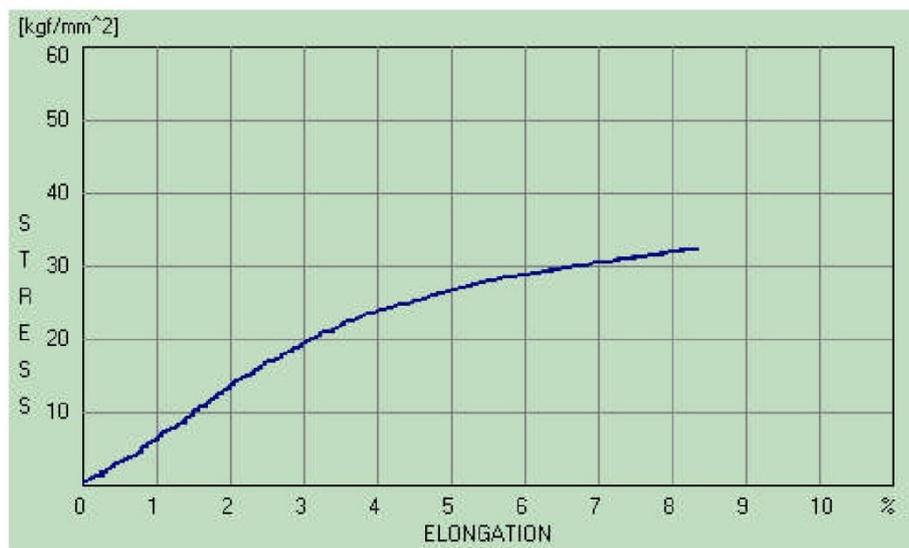


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	2525.11 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	2525.11 (kgf)
Date Test :	3-2-2020 ; 15:52:12	Yield Strength :	0.32 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	32.37 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 4

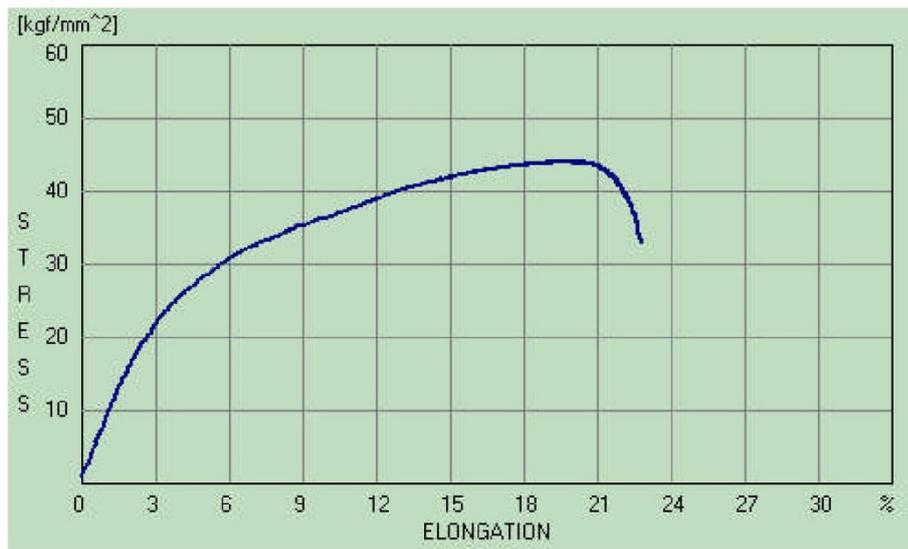


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	<input type="text" value="1"/>	Max. Force :	<input type="text" value="2870.03 (kgf)"/>
Test Type :	<input type="text" value="Tensile"/>	Break Force :	<input type="text" value="2570.22 (kgf)"/>
Date Test :	<input type="text" value="3-2-2020 ; 15:59:9"/>	Yield Strength :	<input type="text" value="0.32 (kgf/mm^2)"/>
Specimens :	<input type="text" value="Others"/>	Tensile Strength :	<input type="text" value="36.80 (kgf/mm^2)"/>
Area :	<input type="text" value="78.00 (mm^2)"/>	Elongation :	<input type="text" value="22.73 (%)"/>



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 5

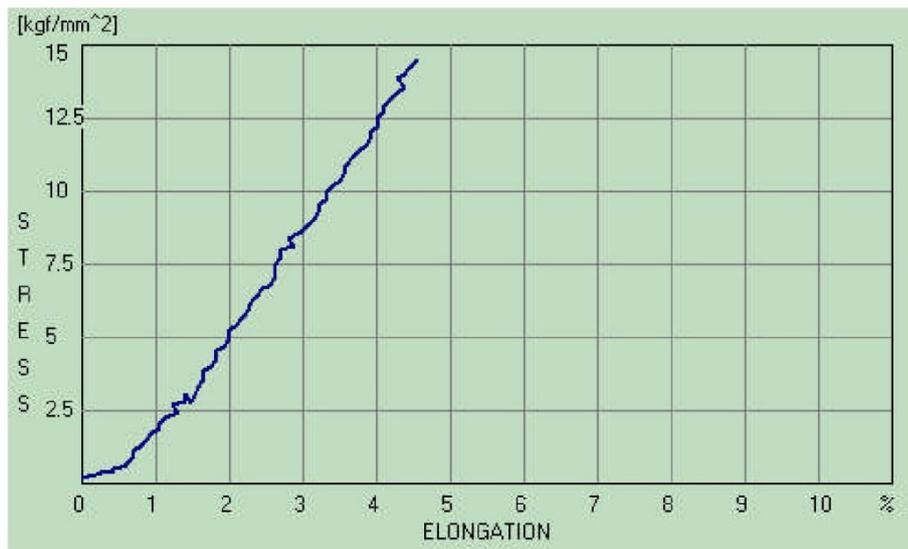


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	1130.85 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	1130.85 (kgf)
Date Test :	3-2-2020 ; 16:42:5	Yield Strength :	0.06 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	14.50 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	4.55 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LAMPIRAN 6

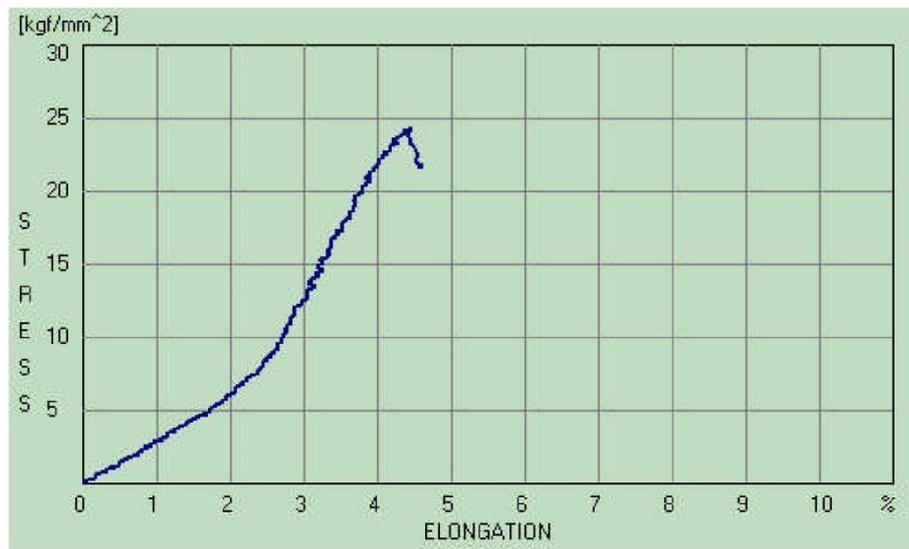


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	1889.67 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	1684.04 (kgf)
Date Test :	3-2-2020 ; 16:50:5	Yield Strength :	0.06 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	24.23 (kgf/mm ²)
Area :	78.00 (mm ²)	Elongation :	4.55 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan OAW

Nama : Rahmad Marzuki Siregar
NPM : 1507230217

Dosen Pembimbing 1 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Affandi, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin $\frac{14}{10}$ 2019	- perbaiki Bab 1. - perbaiki Bab 2 - perbaiki Bab 3	} Af.
2.	Sabtu $\frac{26}{10}$	lanjutkan ke Bab-4	Af.
3.	Kamis $\frac{6}{2}$ 2020	perbaiki Bab 4	Af.
4.	Selasa $\frac{11}{2}$ 2020	- perbaiki Bab 4 - lanjut ke pembimbing II	} Af.
5.	Rabu $\frac{12}{2}$ 2020	Ace. persiapan Seminar	Af.
1.	Jumat $\frac{14}{2}$ 2020	perbaiki referensi BAB 1 perbaiki Grafik BAB 4 Tambahkan lampiran Gambar Grafik pengujian.	Af.
2.	Aa seminar Ola kasta lu	12-2-2020	Af.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik
Pada Proses Pengelasan OAW**

Nama : Rahmad Marzuki Siregar
NPM : 1507230217

Dosen Pembimbing 1 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Affandi, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	Selasa $\frac{18}{2}$ 2020	Ade, persiapan seminar Hasil =	JAF



Unggul | cerdas | terpercaya
Semua yang disebut surat ini agar disebutkan
sebelum dari tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1178/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 27 September 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : RAHMAD MARZUKI SIREGAR
Npm : 1507230217
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH LAS TERHADAP
KEKUATAN TARIK PADA PROSES PENGELASAN OAW

Pembimbing I : AHMAD MARABDI SIREGAR ST. MT
Pembimbing II : AFFANDI ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin.
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan bata] setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 28 Muharram 1441 H
28 September 2019 ,

An. Dekan
Wakil Dekan I



ade faisal

Dr. Ade Faisal ST.M.Sc.
Nidn : 0123097203

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta seminar

Nama : Rahmad Marzuki Siregar
 NPM : 1507230217
 Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan Oaw.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Ahmad Marabdi.Srg.S.T.M.T	:
Pembimbing – II	: Affandi.S.T.M.T	:
Pemanding – I	: M.Yani.S.T.M.T	:
Pemanding – II	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230005	FERI SPIRIA FAMBUDI	
2	1407230159	MUHAMMAD PRASOGI	
3	1407230162	Rahmad Abdullah	
4	1407230028	Wahyuni Dwi Prasetyo	
5	1407230075	WANAN EKA PRADANA	
6	1407230014	M.Syandi arnof	
7	1507230044	M.Sandi Pradana	
8			
9			
10			

Medan, 04 Rajab 1441 H
28 Februari 2020 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T.M.T

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

NAMA : Rahmad Marzuki Siregar
NPM : 1507230217
Judul T.Akhir : Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan Oaw

Dosen Pembimbing - I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Affandi.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.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 :

tidak perlu karena sudah diperbaiki!!
dit draft sarjana

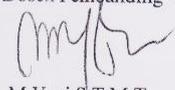
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 04 Rajab 1441H
28 Februari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

M.Yani.S.T.M.T

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

NAMA : Rahmad Marzuki Siregar
NPM : 1507230217
Judul T.Akhir : Analisa Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Pengelasan Oaw

Dosen Pembimbing – I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Affandi.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.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 :

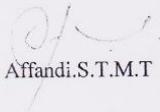
.....
lihat buku script
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 04 Rajab 1441H
28 Februari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Rahmad Marzuki Siregar
NPM : 1507230217
Tempat/Tanggal Lahir : Lumban Lobu / 22 - Maret - 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum kawin
Alamat : Lumban Lobu
 Kecamatan : Arse
 Kabupaten : Tapanuli Selatan
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor Hp : 0813-9614-4215
E-mail : rahmadsiregar319@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : Muhammad Idris Siregar
 Ibu : Nurasih

PENDIDIKAN FORMAL

2003-2009 : SD Negeri No.100690 Arse
2009-2012 : SMP Negeri 2 Arse
2012-2015 : SMA Negeri 1 Arse
2015-2020 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara