

**ANALISIS KEKUATAN TARIK KAMPUH V DAN KAMPUH I  
SAMBUNGAN LAS BAJA KARBON YANG TERDAPAT  
PADA BESI IWF 400**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu  
Pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik  
Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh**

**WALID ORJELA  
16450/2010**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

**ANALISIS KEKUATAN TARIK KAMPUH V DAN KAMPUH I  
SAMBUNGAN LAS BAJA KARBON YANG TERDAPAT  
PADA BESI IWF 400**

Oleh:

Nama : Walid Orjela  
NIM/TM : 16450/2010  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin

Padang, Agustus 2017

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Drs. Irzal, M.Kes  
NIP. 19610814 199103 1 004

Pembimbing II

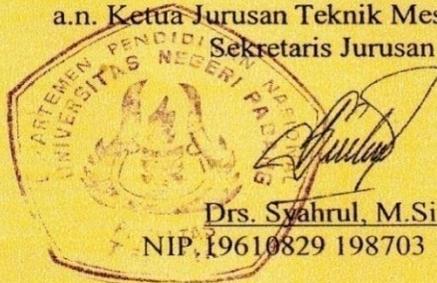


Drs. Syahrul, M.Si.  
NIP.19610829 198703 1 003

Mengetahui

a.n. Ketua Jurusan Teknik Mesin FT-UNP

Sekretaris Jurusan



Drs. Syahrul, M.Si.  
NIP.19610829 198703 1 003

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

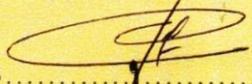
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul

**ANALISIS KEKUATAN TARIK KAMPUH V DAN KAMPUH I  
SAMBUNGAN LAS BAJA KARBON YANG TERDAPAT  
PADA BESI IWF 400**

Nama : Walid Orjela  
NIM/TM : 16450/2010  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2017

Tim Penguji	Nama Dosen	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Irzal, M.Kes.	1. 
2. Sekretaris	: Drs. Syahrul, M.Si.	2. 
3. Anggota	: Dr. Refdinal, M.T.	3. 
4. Anggota	: Drs. Jasman, M.Kes.	4. 
5. Anggota	: Drs. Purwantono, M.Pd.	5. 

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Agustus 2017



Penulis

walid Orjela  
NIM: 16450

## ABSTRAK

**Walid Orjela : Analisis Kekuatan Tarik Kampuh V dan Kampuh I Sambungan Las Baja Karbon yang Terdapat pada Besi IWF 400**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kampuh terhadap kekuatan sambungan las dengan menggunakan Elektroda LB 52UØ2,6 mm dan elektroda RD 7018 Ø 3,2 mm dengan Arus AC. Menggunakan bahan baja karbon rendah yang berupa besi IWF 400 setelah itu membuat spesimen uji tarik, melakukan pengujian, mengamati letak titik putus spesimen setelah pengujian, menganalisis tegangan, membandingkan hasil analisis tegangan spesimen hasil pengelasan arus AC serta menyimpulkan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimulai dengan membuat spesimen. Dengan pengambilan 7 spesimen yang terdiri dari 3 spesimen dengan perlakuan pengelasan dengan menggunakan kampuh V, 3 spesimen dengan perlakuan pengelasan dengan menggunakan kampuh I dan 1 spesimen IWF 400 tanpa perlakuan pengelasan. Masing-masing spesimen dianalisa setelah dilakukan uji tarik dan mengambil kesimpulan untuk menentukan nilai tegangannya.

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada spesimen dengan membuat dan menguji spesimen dengan mesin uji tarik *Hydraulic Universal Material Testing Machine* maka didapatkan pada spesimen tanpa pengelasan nilai rata-rata Tegangan Maksimum ( $\sigma_{max}$ ) **41,28kgf/mm<sup>2</sup>**. Pada spesimen las dengan sambungan kampuh V nilai rata-rata Tegangan Maksimum ( $\sigma_{max}$ ) **39,82kgf/mm<sup>2</sup>**. Pada spesimen las dengan sambungan kampuh I tegangan maksimum ( $\sigma_{max}$ ) **38,32kgf/mm<sup>2</sup>**. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil pengelasan besi IWF 400 menggunakan kampuh V lebih besar nilai tegangannya **39,82kgf/mm<sup>2</sup>**. Dari nilai tegangan maksimum yang didapat dari penelitian ini disarankan sebaiknya dalam pengelasan besi IWF 400 menggunakan kampuh V.

**Kata Kunci:** *Kekuatan Tarik, Kampuh V, Kampuh I, Sambungan las, Besi IWF 400.*

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuni-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Analisis Kekuatan Tarik Kampuh V Dan Kampuh I Sambungan Las Baja Karbon Yang Terdapat Pada Besi IWF 400”** ini dengan baik. Shalawat beserta salam tidak lupa pula penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat sekarang ini.

Penulisan skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan dan memberi semangat, serta dukungan moril dan materil serta kasih sayang yang tidak ternilai harganya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Drs. Irzal, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing I dan sekaligus Penasehat Akademik.

3. Bapak Drs. Syahrul, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II dan sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Refdinal, M.T, selaku Dosen Penguji 1.
5. Bapak Drs. Jasman, M.Kes, selaku Dosen Penguji 2.
6. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd, selaku Dosen Penguji 3.
7. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Dr.Ir. Arwizet K,S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
9. Seluruh Staf Pengajar, dan Pegawai Administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
10. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin angkatan 2010 dan rekan-rekan angkatan 35 Resimen Mahasiswa Batalyon 102 Maha Bhakti Universitas Negeri Padang.

Penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis sendiri, semoga Allah SWT membalas kebaikan dan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, Amiin.

Padang, Agustus 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Baja karbon .....	6
B. Besi IWF 400 ( <i>Wide Flange 400</i> ) .....	9
C. Penelitian Relevan.....	12
D. Pengelasan.....	14
1. Pengertian Pengelasan .....	14
2. Las SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ).....	15
3. Elektroda.....	17
4. Penggunaan Arus Listrik dalam Pengelasan .....	20

5. Kemungkinan Terjadi Lokasi Titik Putus Sambungan Las.....	22
6. Jenis Sambungan dalam Pengelasan .....	24
7. Kampuh Las.....	25
E. Pengujian Tarik ( <i>Tensile Test</i> ) .....	29

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian .....	34
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	35
C. Objek Penelitian .....	35
D. Jenis dan Sumber Data .....	36
1. Jenis Data .....	36
2. Sumber Data .....	36
E. Alat dan Bahan .....	36
1. Alat .....	36
2. Bahan .....	37
F. Prosedur Pelaksanaan.....	38
1. Pengukuran Bahan .....	38
2. Pemotongan .....	38
3. Pembuatan Kampuh.....	38
4. Pengelasan .....	39
5. Proses Pembuatan Spesimen .....	40
6. Pengujian Tarik ( <i>Tensile Test</i> ).....	41
G. Prosedur Penelitian .....	43
H. Instrumen Pengumpulan Data .....	44
I. Teknik Analisis Data .....	45

### **BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Objek Penelitian .....	47
B. Data Hasil Penelitian .....	49
C. Analisis Hasil Pengujian Tarik.....	50

D. Pembahasan .....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Besi IWF pada Suatu Konstruksi .....	9
2. Las Busur Dengan Elektroda Terbungkus .....	16
3. Daerah Haz Las .....	22
4. Daerah Las .....	22
5. Jenis-Jenis Sambungan Dasar .....	24
6. Kampuh V .....	28
7. Kampuh I .....	29
8. Kurva Tegangan - Regangan .....	32
9. Spesimen Uji Tarik (ASTM A370).....	35
10. Ukuran Besi IWF 400 .....	37
11. Spesimen Hasil Pengelasan Dengan Kampuh V .....	40
12. Spesimen Hasil Pengelasan Dengan Kampuh I .....	40
13. Mesin uji tarik universal dengan model WE-1000 merk Hydraulic Universal Material Testing Machine.....	41
14. Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	43
15. Bahan Spesimen Uji Besi IWF 400 .....	47
16. Spesimen yang akan diuji tarik .....	47
17. Proses pengelasan penyambungan besi IWF 400 .....	48
18. Lokasi Putus Spesimen Kampuh V Setelah Diuji Tarik .....	57
19. Lokasi Putus Spesimen Kampuh I Setelah Diuji Tarik.....	57
20. Lokasi Putus Spesimen Tanpa Las Setelah Diuji Tarik.....	57
21. Daerah HAZ Las .....	57
22. Grafik Tegangan Kampuh V, Kampuh I, dan Tanpa Las .....	58

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Klasifikasi Baja Karbon .....	8
2. Komposisi Kimia JIS G 3101 SS400 .....	10
3. Sifat Mekanik JIS G 3101 SS400 .....	10
4. Spesifikasi Besi IWF ( <i>Wide Flange</i> ) .....	11
5. Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak.....	18
6. Pemilihan Arus Listrik.....	21
7. Alur sambungan Las Tumpul.....	25
8. Geometri Sambungan Pada Konstruksi Baja.....	26
9. Tabulasi Data Pengujian Tarik.....	44
10. Hasil Pengujian Tarik .....	49
11. Hasil Rata-rata Kekuatan Tarik.....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Data Pengujian Tarik dari Labor Konstruksi .....	62
2. Grafik Pengujian Tarik.....	63
3. Dokumentasi Persiapan dan Pembuatan Spesimen.....	64
4. Surat Tugas Pembimbing.....	65
5. Surat Ijin Penelitian.....	66
6. Lembaran Konsultasi .....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan zaman yang disertai kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang konstruksi memiliki peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Logam yang sering digunakan salah satunya adalah baja. Baja merupakan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) yang merupakan bahan dasar yang sering digunakan untuk berbagai rekayasa teknik. Dalam kegiatan proyek konstruksi, baja menjadi material penting yang banyak digunakan seperti pada konstruksi jembatan, pabrik, dan gedung perkantoran.

Las *SMAW (ShieldMetal Arc Welding)* atau disebut juga dengan las listrik merupakan salah satu proses pengelasan las busur yang paling sederhana dan banyak di gunakan di dunia Industri, as listrik dapat menghasilkan pengelasan kuat. Mesin las *SMAW* terbagi menjadi tiga jenis arus yaitu mesin las arus searah atau *Direct Current (DC)*, mesin las arus bolak-balik atau *Alternating Current (AC)*, dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan yang memiliki arus searah (*DC*) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (*AC*). Dalam prakteknya pengelasan dengan las *SMAW* dapat dilakukan untuk pengelasan baja karbon rendah salah satunya besi IWF 400.

Besi IWF 400 merupakan profil baja struktural yang memiliki ukuran Tinggi (H)= 400 mm, Lebar (B)= 200 mm, Tebal Badan  $t_1 = 8$  mm, dengan

materialnya yang berbentuk penampang seperti huruf H biasa digunakan untuk konstruksi baja. Selain besi IWF 400 dikenal juga profil baja struktural yang lain seperti profil I, U, C, dan H-Beam. Besi IWF ini tidak hanya memiliki satu ukuran saja, ada berbagai ukuran dari besi IWF yang lain berdasarkan tabel spesifikasi besi IWF profil sesuai dengan bentuk penampang materialnya (lihat halaman 11).

Penyambungan logam dengan teknik sambungan las masih banyak digunakan diproyek pengelasan salah satunya dengan menggunakan tipe sambungan I. Untuk mendapatkan suatu hasil pengelasan sambungan yang baik ditentukan beberapa faktor, diantaranya sifat mampu las material, jenis sambungan, posisi pengelasan dan elektroda yang digunakan. Pemilihan jenis sambungan las bisa mempengaruhi hasil kekuatan lasnya karena bisa berakibat fatal bagi konstruksi itu sendiri jika kekuatan sambungan lasnya tidak kuat jika digunakan dalam suatu konstruksi.

Menurut Harsono Wiryosumarto dalam buku teknologi pengelasan logam (2008:212) menyatakan “pada umumnya untuk pengelasan pelat dengan tebal sampai dengan 6 mm digunakan alur persegi, untuk pelat dengan pelat 6 mm sampai 20 mm digunakan alur V tunggal dan yang lebih tebal lagi dengan alur V ganda atau U tunggal atau ganda”. Fenomena inilah yang terjadi dilapangan yang bertolak belakang dengan apa yang penulis temukan dalam suatu kesempatan melaksanakan kerja pada proyek pembuatan gedung daerah di Kabupaten Siak pada bulan agustus 2015 penulis melihat dimana juru las diproyek tidak

menggunakan kampuh V dalam penyambungan besi IWF 400 yang ketebalan materialnya mencapai 13 mm dan hanya menggunakan kampuh I.

Maka perlu adanya pengujian tarik untuk mengetahui seberapa besar kekuatan hasil sambungan pengelasan dengan kampuh V dan kampuh I tersebut agar hasil analisis yang didapatkan dari pengujian tersebut bisa digunakan menjadi bahan pertimbangan bagi para pekerja juru las diproyek untuk selanjutnya dengan mengetahui jenis kampuh yang tepat dalam penyambungan besi IWF 400 disesuaikan dengan ketebalan materialnya para pekerja juru las diproyek bisa menerapkan untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang kuat. Berdasarkan latar belakang masalah di atas, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Kekuatan Tarik Kampuh V dan Kampuh I Sambungan Las Baja Karbon Rendah yang Terdapat pada Besi IWF 400”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Juru las pada saat penyambungan las besi IWF 400 dengan ketebalan  $\geq 6$  mm pada pengerjaan konstruksi diproyek tidak memakai bentuk kampuh V dan hanya memakai bentuk kampuh I.
2. Belum diketahui dari referensi sebelumnya mengenai kekuatan sambungan las pada besi IWF 400 dengan menggunakan kampuh V dan kampuh I.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah agar lebih terfokus maka peneliti membatasi masalahnya yaitu analisis kekuatan tarik kampuh V dan kampuh I pada sambungan las besi IWF 400 dengan pengelasan SMAW posisi 1 G menggunakan elektroda LB 52UØ 2,6 mm dan Elektroda RD 7018 Ø3,2 mm dengan kuat arus 70 Ampere dan 110 ampere.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. Apakah terdapat perbedaan kekuatan sambungan las baja karbon rendah yang terdapat pada besi IWF 400 yang dilas dengan menggunakan kampuh V dan kampuh I?
2. Kampuh yang manakah (kampuh V atau kampuh I) yang tepat digunakan untuk sambungan las pada besi IWF 400?

### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kekuatan tarik kampuh V dan kampuh I pada sambungan las besi IWF 400.

2. Untuk mengetahui letak titik putus pada sambungan las besi IWF 400 dengan menggunakan kampuh V dan kampuh I.
3. Untuk mengetahui ketepatan kampuh apa yang sebaiknya digunakan untuk pengelasan sambungan besi IWF 400.

#### **F. Manfaat Penelitian.**

Manfaat yang diharapkan setelah penelitian ini adalah:

1. Dari data-data ini agar dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang mengadakan penelitian dibidang yang sama.
2. Memberikan informasi pemecahan masalah dalam menentukan kampuh yang tepat disesuaikan dengan ketebalan material pada suatu pekerjaan penyambungan dalam pengelasan.
3. Penulis mengetahui seberapa besar perbedaan kekuatan tarik hasil pengelasan besi IWF 400 dengan kampuh V dan Kampuh I.
4. Penulis mengetahui bentuk kampuh yang tepat untuk penyambungan las besi IWF 400.
5. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 diJurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Baja Karbon**

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978:46), baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan yang biasa terkandung didalamnya terdapat karena proses pembuatannya yang dibatasi dengan komposisi kandungan karbonnya. Sifat baja karbon ditentukan oleh presentase karbon dan struktur mikro.

Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan goresan dan tahan suhu baja. Perbedaan presentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasi baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

##### **1. Baja Karbon Rendah**

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk martensit. Baja ini dapat dijadikan dalam pembuatan mur, baut, ulir sekrup, dandan juga peralatan senjata (Hari Amanto dan Daryanto, 2003).

## 2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3% - 0,6% dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja karbon sedang digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros penghubung, poros engkol dan alat angkat presisi (Hari Amanto dan Daryanto, 2003).

## 3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*hight carbon steel*) mengandung 0,6% - 1,5% C dibuat dengan cara digiling panas. Pembentukan baja ini dilakukan dengan cara menggerinda permukaannya, misalnya batang bor dan batang datar. Apabila baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas dan digunakan untuk peralatan mesin-mesin berat, alat-alat tangan seperti palu, obeng, tang, dan kunci mur, baja pelat pegas kumparan dan sejumlah peralatan pertanian, seperti cangkul dan bajak (Hari Amanto dan Daryanto, 2003).

Tabel 1. Klasifikasi Baja Karbon  
(Harsono Wiryo Sumarto, 2008 : 90)

Jenis dan kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Kekerasaan brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18 – 28	32 – 36	40 – 30	95 – 100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08 – 0,12	20 – 29	36 – 42	40 – 30	80 – 120	Batang kawat
	Baja lunak	0,12 – 0,20	22 – 30	38 – 48	36 – 24	100 – 130	
Baja karbon sedang	Baja setengah lunak	0,20 – 0,30	24 – 36	44 – 45	32 – 22	112 – 145	Konstruksi umum
	Baja setengah keras	0,30 – 0,40	30 – 40	50 – 60	30 – 17	140 – 170	Alat-alat mesin
	Baja keras	0,40 – 0,50	34 – 46	58 – 70	26 – 14	160 – 200	Perkakas
Baja karbon tinggi	Baja sangat keras	0,50 – 0,80	36 – 47	65 – 100	20 – 11	180 – 235	Rel, pegas, dan kawat piano

## B. Besi IWF 400 (*Wide Flange 400*)

Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan baja karbon rendah besi IWF 400 sebagai bahan penelitian yang termasuk salah satu dari baja profil. Baja profil yaitu baja berupa batangan (lonjoran) dengan penampang berprofil dengan bentuk tertentu dengan panjang pada umumnya 6 meter namun dapat dipesan di pabrik dengan panjang mencapai 12 meter.



Gambar 1: Besi IWF pada suatu Konstruksi

Dari semua produk baja profil WF mempunyai spesifikasi material yang sama dengan SS400. Dikarenakan spesifikasi material besi IWF 400 sama dengan standar JIS G 3101 SS400 maka untuk melihat komposisi kimia dan sifat mekanik dari besi IWF 400 dapat diketahui dari tabel JIS G 3101 SS400. SS400 bukan kepanjangan dari *Stainless Steel* tapi SS merupakan singkatan dari kata *Structure Steel* yang memiliki komposisi kimianya hanya karbon (C), Mangan (Mn), Silikon

(Si), Sulfur (S) dan Posfor (P) yang dipakai untuk aplikasi struktur/ konstruksi umum (*general purpose structural steel*) misalnya untuk jembatan dan rangka atap gedung.

Tabel 2. Komposisi Kimia (*Chemical Composition*) JIS G 3101 SS400

Chemical elements	C $\leq$ 16mm max	C $>$ 16mm max	Si max	Mn max	P max.	S max.
% by mass	0.17	0.20	--	1.40	0.045	0.045

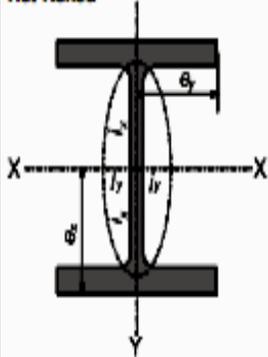
Tabel 3. Sifat Mekanik (*Mechanical Properties*) JIS G 3101 SS400

Grade	Yield Strength min. (Mpa)		Tensile Strength MPa	Elongation min. %			Impact Resistance min.[J]
	Thickness <16 mm	Thickness $\geq$ 16mm		Thickness <5mm	Thickness 5-16mm	Thickness $\geq$ 16mm	
	SS400	245		235	400-510	21	

Untuk mempermudah di dalam menentukan ukuran kebutuhan material didalam suatu pekerjaan proyek konstruksi ukuran dari besi IWF yang akan dijadikan bahan utama dapat dilihat melalui tabel spesifikasi besi IWF berbagai ukuran yang sudah memiliki standar dari pabrik pembuatannya.

Tabel 4. Spesifikasi Besi IWF (Wide Flange)

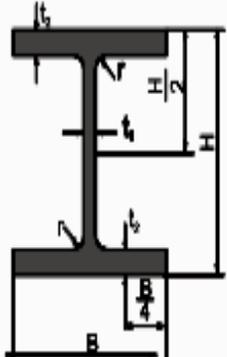
**Product Specifications**  
Hot Rolled



According JIS G 3192

*Geometrical moment of inertia*  $I = Ai^2$   
*Radius of gyration of area*  $I = \sqrt{I/A}$   
*Modulus of section*  $z = I/e$

(A = sectional area)



Metric Size

Standard Sectional Dimension					Section Area A cm <sup>2</sup>	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
Nominal Dimensional mm	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			Geometrical Moment Of Inertia		Radius Of Gyration Of Area		Modulus Of Section	
							Ix cm <sup>4</sup>	Iy cm <sup>4</sup>	Ix cm	Iy cm	Zx cm <sup>3</sup>	Zy cm <sup>3</sup>
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	50	6.11	1.68	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	8	9	11	28.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.28	2.21	180.00	23.00
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	8	9	12	38.80	30.80	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.88	25.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
	250 x 125	8	9	12	37.88	29.80	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
	300 x 150	6.5	9	13	48.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.70
350 x 175	348 x 174	8	9	14	62.88	41.40	11,100	792	14.50	3.88	641.00	91.00
	350 x 175	7	11	14	63.14	49.80	13,800	984	14.70	3.95	775.00	112.00
400 x 200	398 x 199	7	11	16	72.16	56.80	20,000	1,450	16.70	4.48	1,010.00	145.00
	400 x 200	8	13	16	84.1	66.00	23,700	1,740	16.80	4.54	1,190.00	174.00
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.8	76.00	33,500	1,870	18.60	4.40	1,490.00	187.00
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.2	89.80	47,800	2,140	20.50	4.33	1,910.00	214.00
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106.00	77,800	2,280	24.00	4.12	2,590.00	228.00
600 x 200	588 x 300	12	20	28	192.5	151.00	118,000	9,020	24.80	6.85	4,020.00	601.00
700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.5	185.00	201,000	10,800	29.30	6.78	5,760.00	722.00
800 x 300	800 x 300	14	26	28	287.4	210.00	292,000	11,700	33.00	6.82	7,290.00	782.00
900 x 300	900 x 300	16	28	28	309.8	243.00	411,000	12,800	36.40	6.39	9,140.00	843.00

Sumber : PT. Gunung Garuda

### C. Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan diambil untuk memperkuat teori-teori yang telah dikemukakan pada kajian teori dengan tidak menyamakan seluruh isi yang terkandung pada penelitian tersebut. Adapun penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Didit Kurniawan (2010), *Pengaruh Jenis Elektroda Pada Pengelasan Dengan SMAW Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Baja Profil IWF*. Hasil penelitiannya menunjukkan komposisi kimia diketahui baja profil IWF yang diteliti memiliki kandungan karbon (C) 0.122% sehingga baja tersebut termasuk baja karbon rendah, Dari hasil pengujian tarik didapatkan harga tegangan tarik maksimum dari tinggi ke rendah, yaitu spesimen las dengan elektroda RD 260 sebesar 43.9 kg/mm<sup>2</sup>, spesimen las dengan elektroda RB 26 sebesar 43.06 kg/mm<sup>2</sup>, spesimen tanpa pengelasan sebesar 42.97 kg/mm<sup>2</sup> dan spesimen las dengan elektroda LB 52 sebesar 42.24 kg/mm<sup>2</sup>.
2. Muhammad Fahriza (2014) *Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Pada Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Sambungan Aluminium Paduan*. Hasil penelitiannya menunjukkan pengaruh kekuatan tarik pada material aluminium paduan untuk variasi kampuh I memiliki nilai rata-rata sebesar 45,51MPa, kampuh V sebesar 47,42 MPa, dan kampuh X sebesar 32,8 MPa. Sedangkan, hasil dari kekerasan pengujian Vickers pada kampuh V di daerah base metal memiliki nilai rata-rata

sebesar 77,93 VHN, di daerah HAZ sebesar 72,68 VHN, dan daerah las sebesar 75,97 VHN.

3. Nofriady Handra & Peri Indra Yudi (2011) *Studi Kekuatan Hasil Las Oxy-Acetylene Pada Variasi Kampuh*. penelitiannya menunjukkan kekuatan tarik terbesar terjadi pada sambungan kampuh V sebesar 317.7 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan kekuatan tarik terkecil terjadi pada sambungan kampuh U sebesar 268.3 N/mm<sup>2</sup>. Sambungan dengan kampuh U mempunyai:  $F_{maks} = 16768.8 \text{ N}$ ,  $\sigma_t = 268.3 \text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon = 6.015 \%$ ,  $\Delta l = 3.007 \text{ mm}$ . sambungan dengan kampuh V mempunyai :  $F_{maks} = 19856.3 \text{ N}$   $\sigma_t = 317.7 \text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon = 5.79 \%$ ,  $\Delta l = 2.895 \text{ mm}$ . Sambungan dengan kampuh X mempunyai :  $F_{maks} = 17381.2 \text{ N}$ ,  $\sigma_t = 278.1 \text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon = 6.105 \%$   $\Delta l = 3.057 \text{ mm}$ .
4. Wawan Isbiantoro (2017). *Pengaruh Arus Pengelasan Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Material Pada Proses Las SMAW Menggunakan Elektroda E 7016*. Hasil penelitiannya menunjukkan (1) kuat arus berpengaruh terhadap kekuatan tarik dengan nilai F nya sebesar 7,23 > dari nilai tabel distribusi F untuk F(0,5;1;6) yaitu 5,32. (2) untuk mendapatkan kekuatan tarik yang baik adalah dengan sudut kampuh V 60° dan kuat arus pengelasan 80 A. Karena dengan elektroda  $\varnothing 2,6 \text{ mm}$  dan ketebalan benda kerja 8 mm, sudut kampuh V 60° dan kuat arus 80 A mampu memperoleh kekuatan tarik yang paling tinggi bila dibandingkan sudut kampuh V 50° dan 70° serta kuat arus 70 A dan 90A.

## **D. Pengelasan**

### **1. Pengertian Pengelasan**

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Menurut *Deustche Industry Normen* (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas (Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:1).

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu.

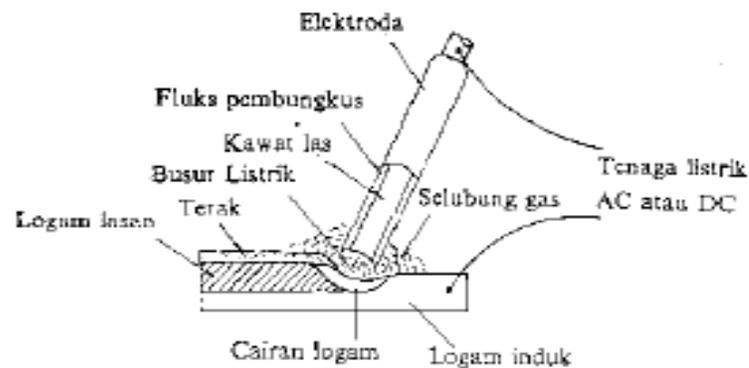
Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa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

## 2. Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Las busur nyala listrik atau SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah salah satu cara menyambung logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan kepermukaan logam yang akan disambung. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersamadengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las.

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

Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.



Gambar 2. Las busur dengan elektroda terbungkus  
(Harsono Wiryosumarto, 2008)

Penggunaan dari las busur listrik ini memiliki keuntungan selain serba guna pada prosesnya sederhana dan dapat dilakukan pada berbagai posisi dan jenis sambungan-sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih bisa dilakukan pengelasan dengan menggunakan elektroda yang dibengkokkan. Kelemahan dari las busur listrik ini terletak pada kekuatan sambungan las yang dipengaruhi oleh kualitas pengelasan. Apabila pengelasan dilakukan sesuai dengan prosedur maka kekuatan dari hasil pengelasan tersebut akan baik. Pada proses penggantian elektroda juga memakan waktu sehingga mengurangi efisiensi dalam pengelasan sewaktu akan melakukan pengelasan selanjutnya terak yang terbentuk harus dibersihkan terlebih dahulu agar menyatu dengan lapisan berikutnya dengan baik.

### **3. Elektroda**

Elektroda merupakan bagian terpenting dari proses pengelasan. Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (fluks) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepitkan tang las. Fungsi dari fluks adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur.

Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah. Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (fluks) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepitkan tang las. Fungsi dari fluks adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur.

Bahan fluks yang digunakan untuk jenis E 7018 adalah serbuk besi hidrogen rendah. Kepekaan sambungan terhadap retak sangat rendah, sehingga ketangguhannya sangat memuaskan.

Spesifikasi elektroda untuk baja karbon berdasarkan jenis dari lapisan elektroda (fluks), jenis listrik yang digunakan, posisi pengelasan dan polaritas pengelasan terdapat tabel dibawah ini:

Tabel 5. Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak  
(Harsono Wiryosumarto, 2008:14)

N O	KLASIFIKASI AWS-ASTM	JENIS FLUKS	POSISI PENGELASAN	JENIS LISTRIK	KEKUATAN TARIK kg/mm <sup>2</sup>	KEKUATAN LULUH kg/mm <sup>2</sup>	Perpanjangan (%)
1.	E6010	Natrium selulosa tinggi	F, V, OH, H	DC polaritas balik	43,6	35,2	22
2.	E6011	Kalium selulosa tinggi	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik	43,6	35,2	22
3.	E6012	Natrium titanis tinggi	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas lurus	47,1	38,7	17
4.	E6013	Kalium titanis tinggi	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas ganda	47,1	38,7	17
5.	E6020	Oksida besi tinggi	H-S, F	AC atau DC polaritas lurus/ganda	43,6	35,2	25
6.	E6027	Serbuk besi, oksida besi	H-S, F	AC atau DC polaritas lurus/ganda	43,6	35,2	25
7.	E7014	Serbuk besi , titania	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas ganda			17
8.	E7015	Natrium hidrogen rendah	F, V, OH, H	DC polaritas balik			22
9.	E7016	Kalium hidrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik			22
10	E7018	Serbuk besi, hidrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik	50,6	42,2	22
11.	E7024	Serbuk besi , titania	H-S, F	AC atau DC polaritas ganda			17
12.	E7028	Serbuk besi, hidrogen rendah	H-S, F	AC atau DC polaritas balik			22

Elektroda adalah bagian terpenting dari las busur listrik, karena memegang peranan penting dalam pengelasan. Menurut klasifikasi AWS (*American Welding Society*), elektroda ini diklasifikasi atas E60XX, E70XX, E80XX, dan E90XX. Contoh E 7018 yang artinya sebagai berikut:

E : Elektroda las

70: Kekuatan tarik minimum dari deposit las adalah 70.000lb/in<sup>2</sup> atau 42 kg/mm<sup>2</sup>.

1 : Dapat dipakai untuk semua posisi pengelasan

8 : Jenis selaput elektroda serbuk besi hidrogen rendah dan pengelasan dengan arus AC dan DC.

Dengan kekuatan tarik yang cukup kuat, elektroda (kawat las) jenis E70xx banyak diaplikasikan untuk pengelasan pipa pressure, furnace, konstruksi dan lain-lain. Sedangkan jenis E60xx karena daya tariknya hanya 60.000psi biasanya hanya untuk tagweld dan pengelasan non pressure misalnya pagar tralis dan lain-lain. Kawat las ini memiliki selaput yang mengandung hydrogen yang rendah (kurang dari 0,5 %) seperti elektroda E 7016 (LB52U) dan E 7018 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. Porositas adalah salah satu jenis cacat pada las bisa juga definisinya merupakan sekelompok gelembung gas yang terjebak di dalam lasan. Porositi bisa terjadi karena proses pemadatan yang terlalu cepat. Porositi berupa rongga-rongga kecil berbentuk bola yang mengelompok pada lokasi-lokasi lasan.

#### **4. Penggunaan Arus listrik dalam pengelasan.**

Las listrik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu listrik menggunakan arus AC (Alternating Current). Arus AC adalah arus yang sifatnya mempunyai dua arah atau lebih di kenal dengan sebutan arus bolak-balik yang tidak memiliki sisi negatif, dan hanya mempunyai ground (bumi). Proses terjadinya pengelasan menggunakan arus AC dimulai dari digoreskannya elektroda ke material dasar sehingga terjadi hubungan pendek dan saat terjadi hubungan pendek tersebut pengelas menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.

Selanjutnya panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektroda dan cairan material dasar akan menyatu membentuk lasan. Las listrik menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Semburan elektroda las AC lebih besar daripada las DC.

Arus DC (Direct Current) adalah merupakan arus searah dimana arus ini harus benar-benar searah dan memiliki kutub positif dan negatif atau lebih dikenal lagi plusminusnya dengan simbol + dan simbol (-), Arus DC disini benar-benar sudah disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah seperti adaptor, fungsi penyearah disini dipakai untuk komponen-komponen elektronika seperti: IC, Resistor, Capacitor, Transistor dan lainnya yang semuanya itu menggunakan arus searah.

Perlu adanya pengaturan kecepatan pengumpanan kawat las yang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan panjang busur yang diperlukan. Bila

menggunakan sumber listrik DC dengan tegangan tetap, kecepatan pengumpanan dapat dibuat tetap dan biasanya menggunakan polaritas balik (DCRP). Mesin las dengan listrik DC memiliki percikan api yang lebih kecil bila di bandingkan dengan mesin las listrik AC. Sehingga las listrik DC sangat cocok untuk pengelasan konstriksi bangunan, karena memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi.

Tabel 6. Pemilihan Arus Listrik

No	Tebal Bahan (mm)	Diameter Elektroda (mm)	Kuat Arus (ampere)
1	Sampai – 1	1,5	20 – 30
2	1 – 1,5	2	35 – 60
3	1,5 – 2,5	2,5	60 – 100
4	2,5 – 4,0	3,2	90 – 120
5	4 – 6,0	4	120 – 180
6	6 – 10	5	150 – 220
7	10 – 16	6	200 – 300
8	Diatas 16	8	280 – 400

Sumber: Workshop Fabrikasi Teknik Mesin Univesitas Negeri Padang

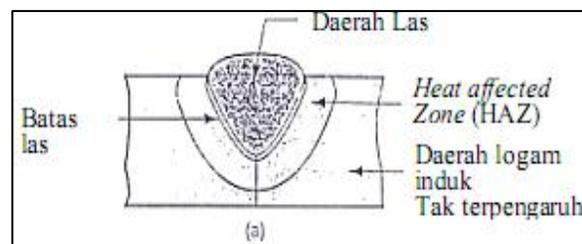
Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak

stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Jika arus terlalu besar, maka akan menghasilkan manik melebar, butiran percikan kecil, penetrasi dalam sertapenguatan matrik las tinggi.

## 5. Kemungkinan Terjadi Lokasi Titik Putus Sambungan Las

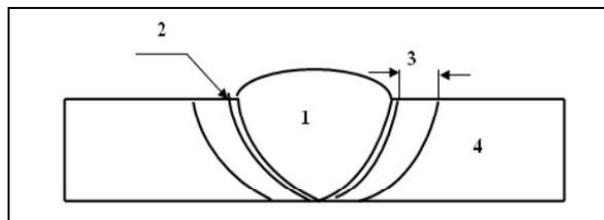
Pada spesimen uji kemungkinan lokasi titik putus ada tiga diantaranya:

- Dilogan induk jika daerah ini lemah dari tiga daerah lain, dan daerah las.
- Batas las jika daerah ini lebih lemah dari daerah logam induk dan daerah las.
- Jika daerah 1 dan 2 lebih kuat dari daerah las dia akan putus di daerah las.



Gambar 3. Daerah HAZ las

Proses pengelasan yang melibatkan adanya pencairan di daerah sambungan, secara metalurgi akan menghasilkan empat daerah las, yang mana pada masing-masing daerah memiliki temperatur panas yang berbeda-beda.



Gambar 4. Empat daerah las

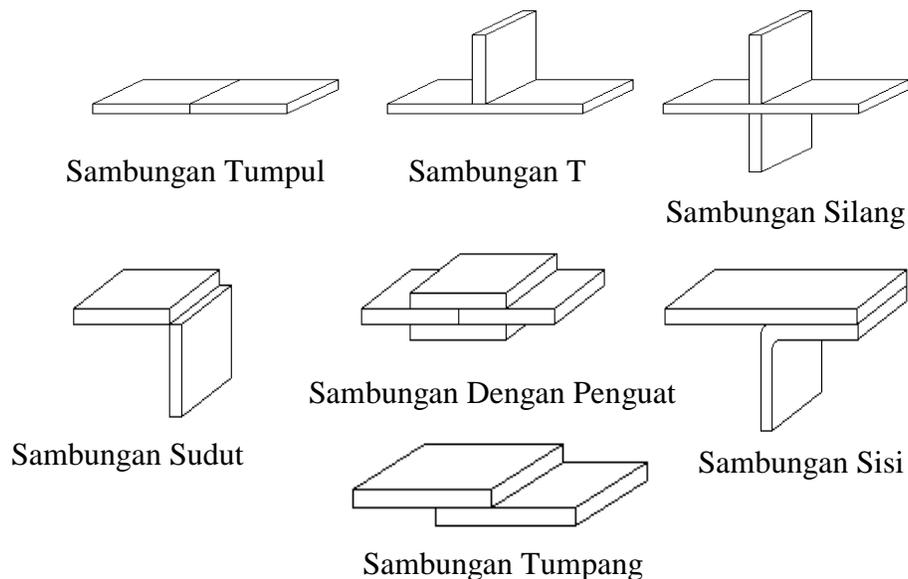
- 1) Logam Las (Weld Metal) adalah daerah dimana terjadi pencairan logam dan dengan cepat kemudian membeku.
- 2) Fusion Line Merupakan daerah perbatasan antara daerah yang mengalami peleburan dan yang tidak melebur. Daerah ini sangat tipis sekali sehingga dinamakan garis gabungan antara weld metal dan H A Z.
- 3) H A Z ( Heat Affected Zone ) merupakan daerah yang dipengaruhi panas dan juga logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat, sehingga terjadi perubahan struktur akibat pemanasan tersebut disebabkan daerah yang mengalami pemanasan yang cukup tinggi .
- 4) Logam Induk (Parent Metal) merupakan logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat

Daerah HAZ merupakan daerah paling kritis dari sambungan las, karena selain berubah strukturnya juga terjadi perubahan sifat pada daerah ini. Secara umum struktur dan sifat daerah panas efektif dipengaruhi dari lamanya pendinginan dan komposisi dari logam induk itu sendiri.

## 6. Jenis Sambungan dalam Pengelasan

Sambungan las adalah pertemuan dua tepi atau permukaan benda kerja logam yang akan disambung dengan proses mengalirkan energi panas pada elektroda untuk menyambungnya. Sambungan las merupakan salah satu faktor penting karena akan menentukan kekuatan dan kualitas sambungan yang akan dilas. Pemilihan jenis sambungan harus disesuaikan dengan ketebalan bahan, metode pengelasan, dan lainnya.

Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:157) “Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut, dan sambungan tumpang”. Dalam perkembangannya sambungan dasar tersebut di atas terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat, dan sambungan sisi.



Gambar 5. Jenis-jenis sambungan dasar  
(Harsono Wiryosumarto, 2008:157)

## 7. Kampuh Las

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh logam las. Sambungan las dengan menggunakan alur kampuh dikategorikan kedalam sambungan las tumpul. Sambungan las tumpul adalah jenis sambungan paling efisien.

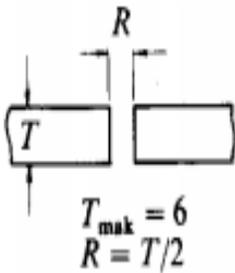
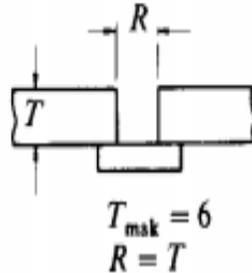
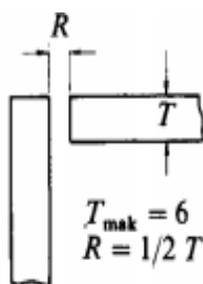
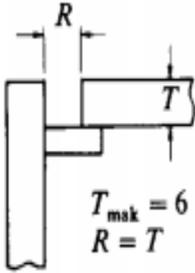
Tabel 7. Alur Sambungan Las Tumpul

Jenis lasan Jenis Alur	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 (D)			

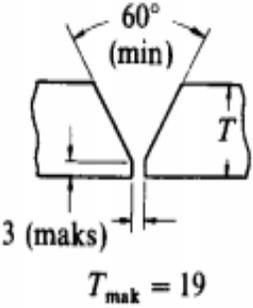
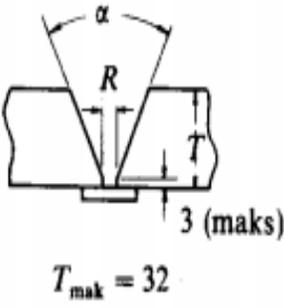
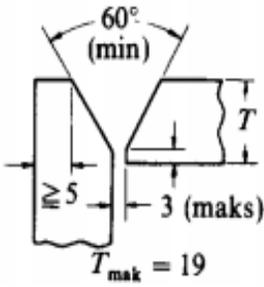
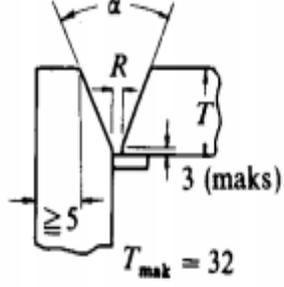
Dalam proses pengelasan menentukan kampuh yang akan dipakai menjadi persyaratan untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik. Untuk mendukung suatu hasil pekerjaan yang baik maka juru las sebaiknya memiliki keterampilan menggunakan mesin las sehingga mendapatkan busur listrik yang tepat agar terjadi penembusan yang sempurna pada kedua logam yang disambung dan elektroda mencair masuk kedalam sambungan maka akan menghasilkan kekuatan sambungan las yang kuat.

Tabel 8. Geometri Sambungan Pada Konstruksi Baja  
(Harsono Wiryosumarto, 2008 : 293)

a. Sambungan tumpul dengan Alur I (satuan mm)

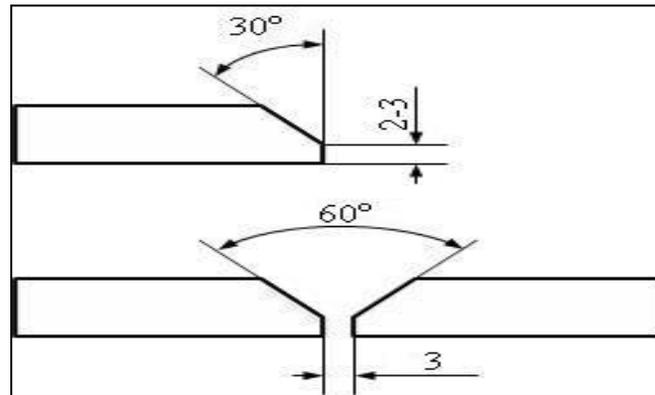
Pelaksanaan	Dengan pemahatan belakang	Dengan strip pembantu
Sambungan Tumpul	 <p><math>T_{mak} = 6</math> <math>R = T/2</math></p>	 <p><math>T_{mak} = 6</math> <math>R = T</math></p>
Posisi Pengelasan	F, V	F, V
Sambungan Pojok	 <p><math>T_{mak} = 6</math> <math>R = 1/2 T</math></p>	 <p><math>T_{mak} = 6</math> <math>R = T</math></p>
Posisi Pengelasan	F, V	F, V

## b. Sambungan Tumpul Dengan Alur V (Satuan mm)

Pelaksanaan	Dengan pemahatan belakang	Dengan strip pembantu
Sambungan Tumpul		
Posisi Pengelasan	F, V	F, V
Sambungan Pojok		
Posisi Pengelasan	F, V	F, V

Sambungan las dalam penelitian ini menggunakan sambungan bentuk kampuh V terbuka dengan sudut  $60^\circ$  dan sambungan bentuk kampuh I. Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau pelat dengan ketebalan 6-15 mm. Sambungan ini terdiri dari sambungan kampuh V terbuka dan sambungan kampuh V tertutup. Sambungan kampuh V

terbuka dipergunakan untuk menyambung plat dengan ketebalan 6-15 mm dengan sudut kampuh antara  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$ , jarak akar 3 mm, tinggi akar 2-3 mm.



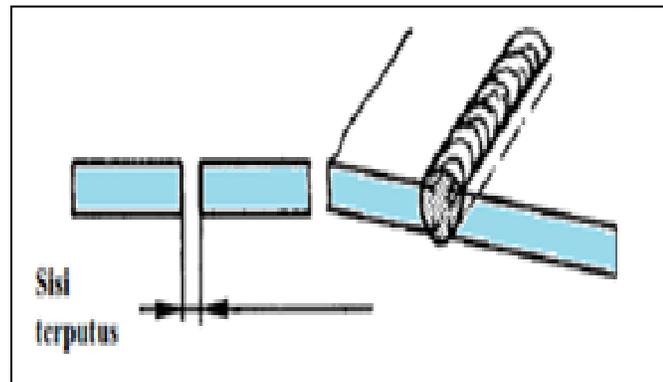
Gambar 6. Kampuh V

Gambar diatas menggambarkan bentuk benda kerja setelah dilakukan proses pengelasan menggunakan kampuh V.

Pada penggunaan sambungan yang menggunakan kampuh I dapat dibuat dua kemungkinan, yaitu sambungan tertutup dan sambungan terbuka. Sambungan ini kuat untuk kondisi beban statis tetapi tidak disarankan untuk menerima beban tekuk.

Sambungan Las tertutup I dengan sambungan tertutup disebut sambungan tertutup jika sisi kedua pelat saling menyentuh. Tebal pelat maksimal yang disarankan adalah 2 mm, sehingga pengelasan cukup pada satu sisi saja. Untuk tebal pelat lebih dari 2 mm, sambungan akan sempurna bila dilas dan kedua sisi pelat.

Sambungan Las I dengan sambungan terbuka, pada sambungan ini terdapat celah antara pelat yang akan dilas. Lebar celah tergantung pada ketebalan pelat.



Gambar 7. Kampuh I

### C. Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Kekuatan tarik bahan merupakan batas kekuatan maksimal suatu material untuk menahan suatu tarikan, biasanya untuk mengetahui kekuatan tarik suatu material yakni dilakukan uji tarik. Untuk jenis uji tarik ini maka benda atau spesimen akan dijepit kemudian ditarik sampai benda mengalami putus atau patah menjadi dua bagian. Spesimen yang akan diuji tarik harus memenuhi standar uji atau standar yang telah ditetapkan, karena dengan adanya standar yang kita gunakan maka penelitian ini dapat dikatakan valid. Tujuan dilakukannya pengujian tarik ini untuk mengetahui mutu dari hasil pengelasan penyambungan besi IWF 400 dengan menggunakan kampuh V dan kampuh I.

Menurut Bondan T Sofyan (2010:25) “Sifat mekanis dari logam tersebut berupa kekuatan tarik, tekan, geser, fleksural, tekuk, impact, kelelahan, keuletan, kekerasan, dan ketahanan Aus”. Agar pengujian ini dapat berhasil sesuai tujuan dengan baik perlu dilakukan persiapan yang baik seperti spesimen dan alat pengujian yang digunakan yang berstandar.

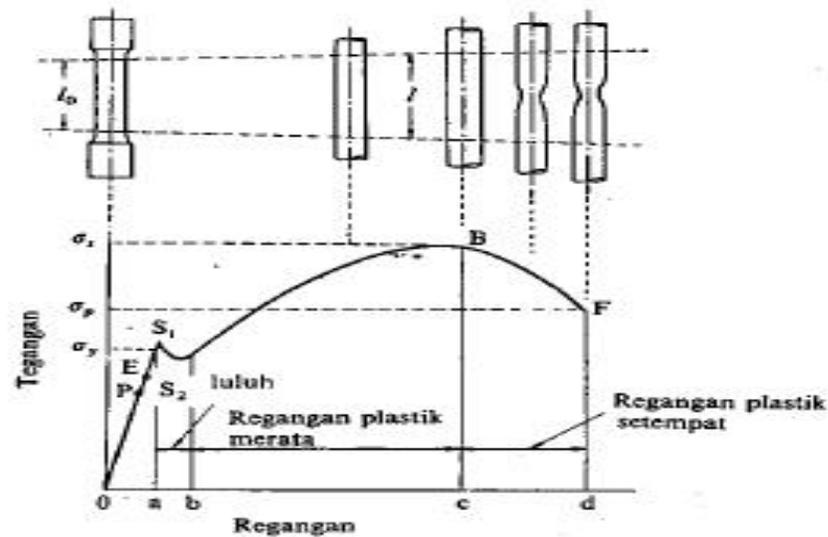
Proses pengujian dikelompokkan kedalam dua kelompok metode pengujian yaitu : *Destructive Test*(DT) yaitu proses pengujian logam yang dapat menimbulkan kerusakan logam yang diuji, dan *Non Destructive Test*(NDT) yaitu proses pengujian logam yang tidak menimbulkan kerusakan logam atau benda yang diuji. Pengujian yang merusak seperti uji mekanik, analisa kimia dan metalografi. Sedangkan pengujian tidak merusak dilakukan tanpa merusak bagian dari konstruksi benda spesimen yang diuji, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui cacat, baik cacat luar, maupun cacat dalam seperti pengamatan, uji ultrasonik dan radiografi.

Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:361) “Pengujian merusak pada konstruksi las adalah pengujian terhadap model dari konstruksi atau pada batang-batang uji yang telah dilas dengan cara yang sama dengan proses pengelasan yang akan digunakan sampai terjadi kerusakan pada model konstruksi atau batang uji”.

Kekuatan (*strength*) sebuah material merupakan kemampuan untuk menahan beban tarikan sebelum mengalami kerusakan (*failure*). Kekuatan tarik suatu material dapat diketahui dengan pengujian tarik. Pengujian tarik adalah peregangan sebuah batang uji yang secara kontinyu bertambah kuat sampai putus. Berdasarkan uraian tersebut dapat diartikan bahwa pengujian tarik merupakan pengujian yang dilakukan dengan jalan memberikan beban sesumbu pada material hingga terjadi kegagalan atau putus.

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.

Pada pengujian tarik, kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan dengan perangkat peregang. Besarnya pembebanan dan pertambahan panjang merupakan variabel utama dalam uji tarik. Hasil pengujian berupa kurva tegangan-regangan atau diagram tarik yang menggambarkan terjadinya perubahan panjang akibat pembebanan.



Gambar 8. Kurva tegangan-regangan ( Harsono Wiryo Sumarto, 2008)

Kurva hasil pengujian belum memberikan informasi umum mengenai kekuatan tarik bahan. Kurva hanya menjelaskan dimensi perubahan mengenai sifat bahan. Data pengujian berupa kurva harus dikonversikan kedalam bentuk tegangan-regangan ( $\sigma-\epsilon$ ) dengan menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut:

#### 1. Tegangan ( $\sigma$ )

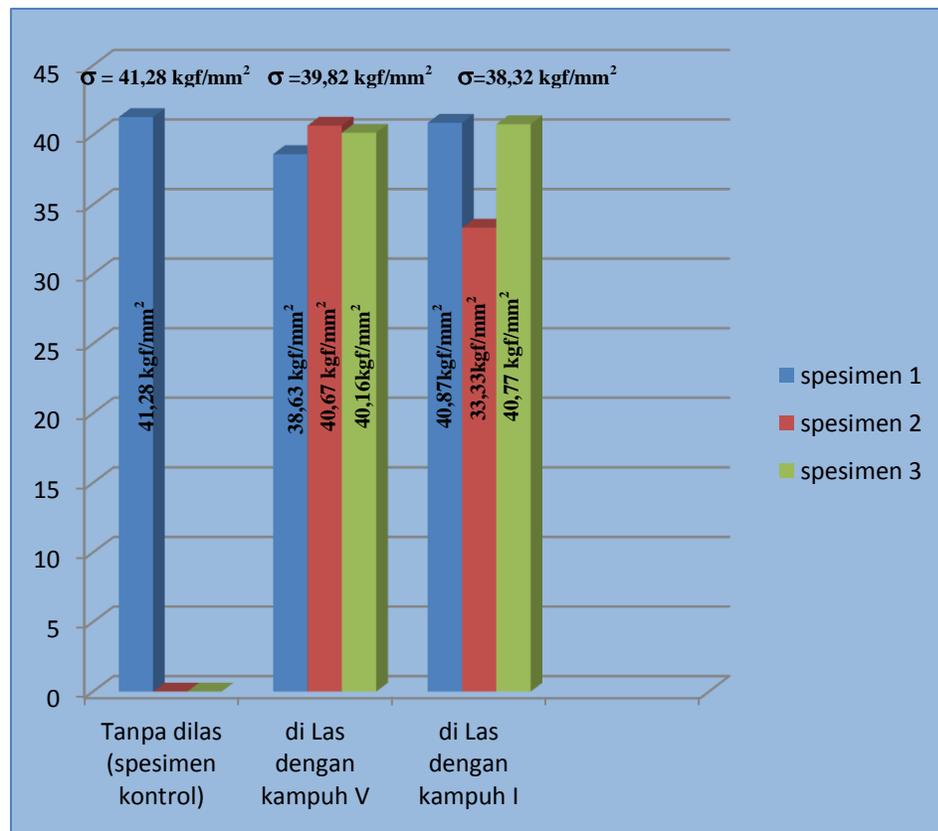
Pembebanan yang diberikan pada pengujian tarik spesimen merupakan penerapan gaya-gaya aksial (*axial force*) pada ujung-ujung spesimen sehingga mengalami tarik (*tension*).

Nilai tegangan suatu material dapat diketahui dengan persamaan berikut:



material 13 mm pada besi IWF 400 yang kuat hasil sambungannya yaitu dengan kampuh V.

Dari data yang telah dianalisis diperoleh hasil yang dapat dilihat mana angka kekuatan tarik yang tertinggi maupun yang terendah untuk lebih mempermudah membacanya dapat dilihat melalui gambar grafik dibawah ini:



Gambar 22. Grafik Tegangan kampuh V, kampuh I dan Tanpa Las

## PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis dapat menyimpulkan bahwa:

1. Perbedaan kekuatan sambungan lasnya terlihat pada hasil pengujian spesimen dengan kampuh V kekuatan tarik rata-ratanya sebesar *39,82 kgf/mm<sup>2</sup>*, sedangkan kekuatan tarik spesimen dengan kampuh I kekuatan tarik rata-ratanya sebesar *38,32 kgf/mm<sup>2</sup>*.
2. Pada spesimen yang dilas dengan kampuh V lokasi putus berada di daerah logam induk, pada spesimen las dengan kampuh I lokasi putusnya berada pada daerah las.
3. Untuk pengelasan sambungan pada besi IWF 400 dengan ketebalan materialnya 13 mm disarankan sebaiknya menggunakan kampuh V karena hasil pengujian menunjukkan nilai kekuatan tarik rata-ratanya lebih besar kampuh V dari pada kampuh I.

## **B. Saran**

Sesuai dengan hasil penelitian ini, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam melakukan pengelasan sebaiknya juru las memperhatikan jenis kampuh apa yang dipakai sesuai dengan tebal material yang akan dilas, tipe elektroda yang digunakan dan diameter elektroda itu sendiri.
2. Adanya penelitian selanjutnya tentang Uji Kekerasan, Uji Takik dan Uji Impac hasil pengelasan sambungan besi IWF 400 dengan ketebalan material berbeda.
3. Lakukan pengujian dengan didampingi atau diketahui seorang yang ahli didalam pengujian spesimen agar hasil pengujiannya bisa memiliki kualitas yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM A370 (2002). *Standar Test Methods And Definitions For Mechanical Testing Of Steel Products*. Amerika.
- Bondan T. Sofyan. (2010). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Daryanto. (2012). *Teknik Las*. Bandung: Alfabeta.
- Didit Kurniawan. (2010). Pengaruh Jenis Elektroda Pada Pengelasan Dengan SMAW Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Baja Profil IWF. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hari Amanto dan Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Asra.
- Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Muhammad Fahriza. (2014). Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Pada Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Sambungan Aluminium Paduan. *Skripsi*. Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
- Nofriady Handra & Peri Indra Yudi (2011) Studi Kekuatan Hasil Las Oxy-Acetylene Pada Variasi Kampuh. *Skripsi* Institut Teknologi Padang.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- UNP. (2010). Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir/Skripsi. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Wahyudi K dan Wahjoe Hidayat. (1978). *Pengetahuan Logam 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wawan Isbiantoro. (2017). Pengaruh Arus Pengelasan Dan Sudut Kampuh V Kekuatan Tarik Material Pada Proses Las SMAW Menggunakan Elektroda E 7016. *Skripsi*. Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Lampiran 1. Data Pengujian Tarik dari Labor Konstruksi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
LABOR KONSTRUKSI JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131



Certified Management System  
DIN EN ISO 9001:2008  
Cert.No. 91.100.00002

### DATA UJI TARIK STATIS

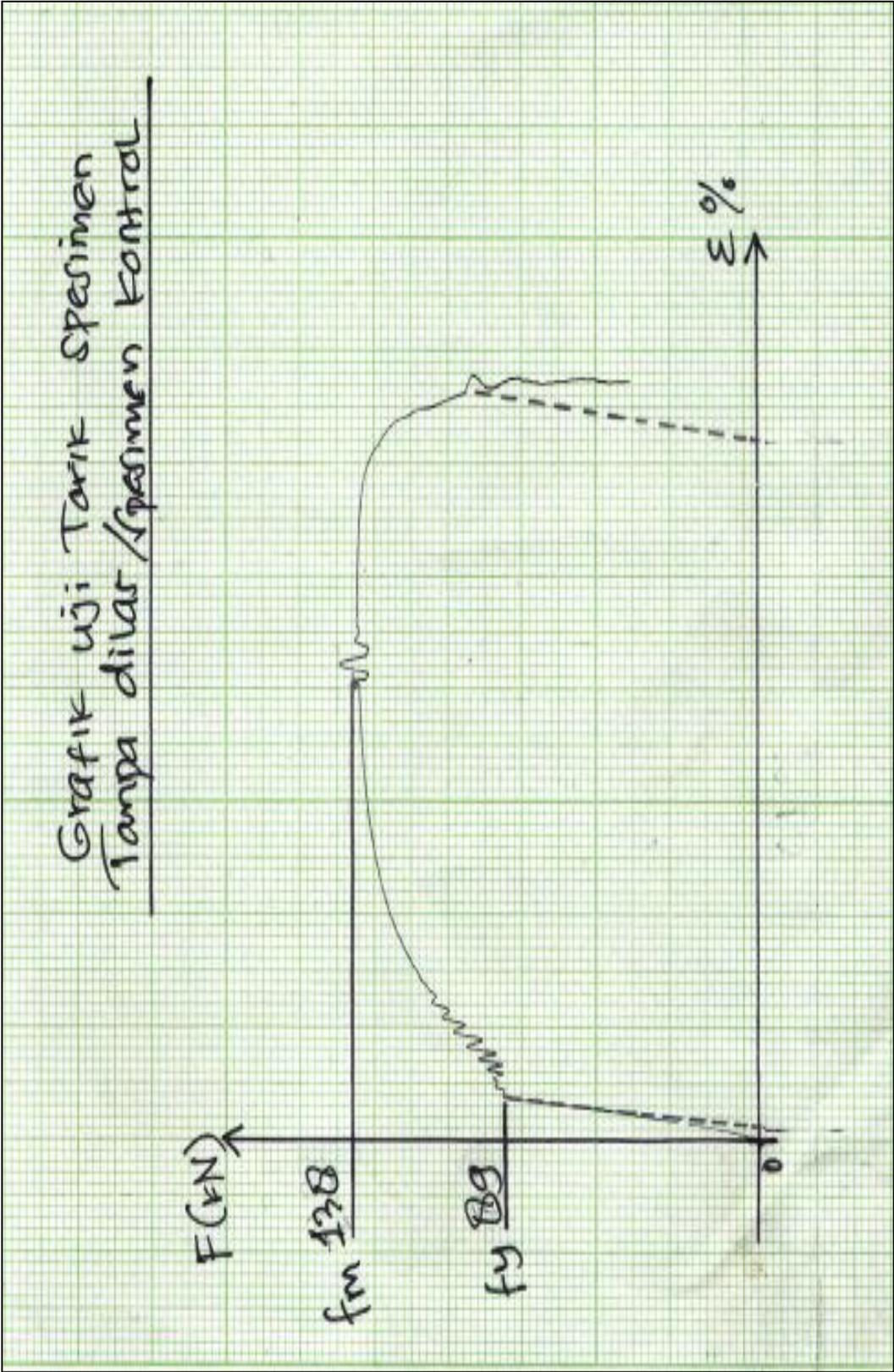
Pemesan : WALID OROEA / AGARD  
 Pekerjaan : Pemastitan Atap

No	Kode Spes	Panjang Spesimen (mm)	Tipe / Merek	DATA SAMPEL				DATA PENGUJIAN			Keterangan
				Lebar (W) D-Spes (mm)	Tinggi Berat (gt) (mm)	Panjang (mm) $\Delta L = L_1 - L_0$	L Awal (mm)	P Tarik Yield (Kn)	P Tarik Max (Kn)		
1	Spesimen Kontrol	300	1WF 400	26,2	13	40,1	100	89	138		
2	Kampuh	300	1WF 400	32,4	13	20,5	100	109	160		
a.	V	300	1WF 400	30,2	13	28,2	100	101	157		
b.	V	300	1WF 400	36,7	13	33,5	100	89	137		
3.	Kampuh	300	1WF 400	32,3	13	17,5	100	99	160,5		
a.	I	300	1WF 400	30,1	13	15,6	100	103	128		
b.	I	300	1WF 400	26,5	13	37,2	100	83	138		
c.	I	300	1WF 400								

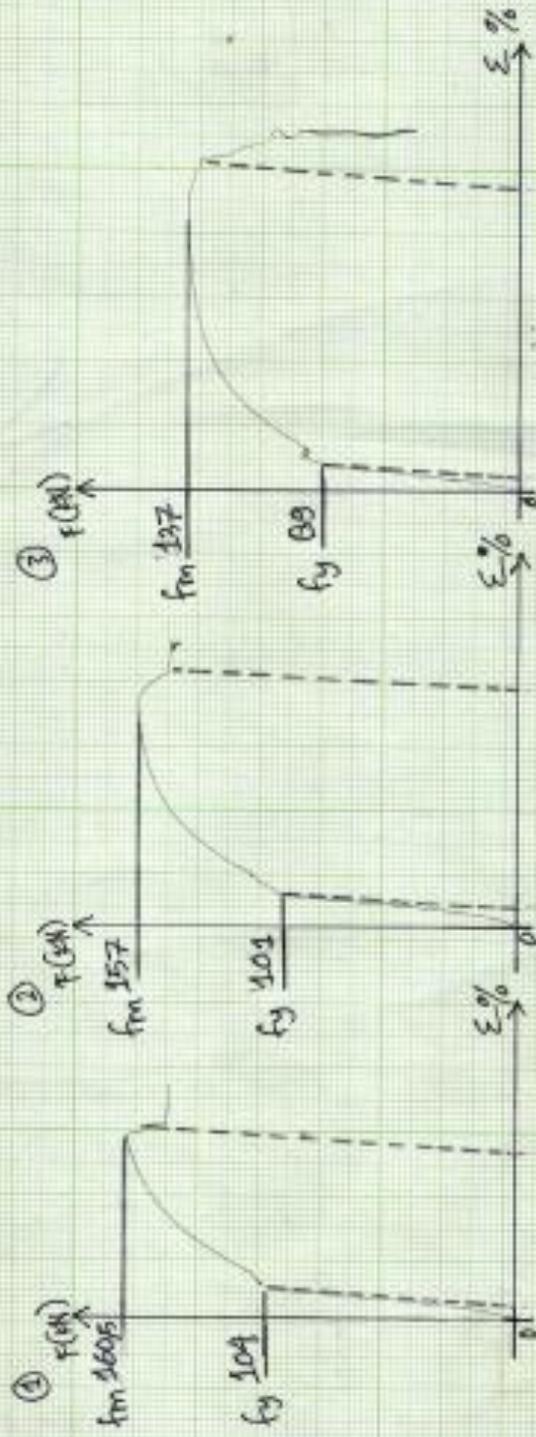
Deskripsikan oleh : \_\_\_\_\_  
 Nama : \_\_\_\_\_  
 Jabatan : \_\_\_\_\_  
 Tanda tangan : \_\_\_\_\_  
 1 \_\_\_\_\_  
 2 \_\_\_\_\_  
 3 \_\_\_\_\_  
 4 \_\_\_\_\_

Padang, 25-7-17  
 Penguji:   
 (Mulyadi Pula)

Lampiran 2. Grafik Pengujian Tarik



Grafik Uji Tarik-Sperimen  
PILAR dengan Kumpuh ✓



Grafik Uji Tensile Specimen  
Plat dengan Kumpuh I

①  $F(N)$

$f_m$  1685,5

$f_y$  99

②  $F(N)$

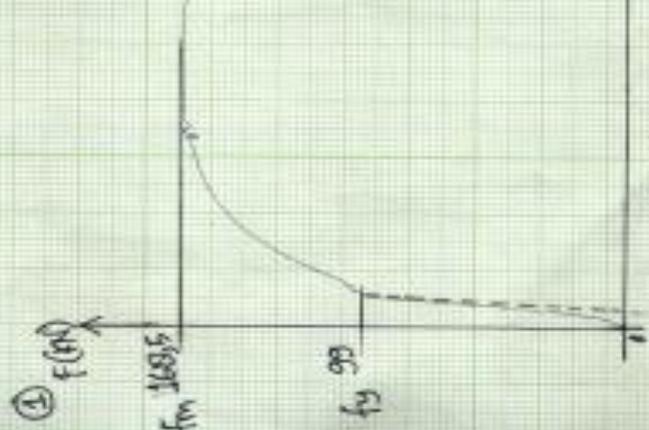
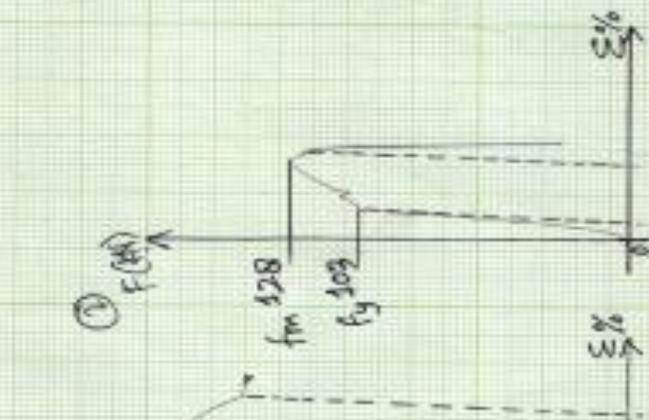
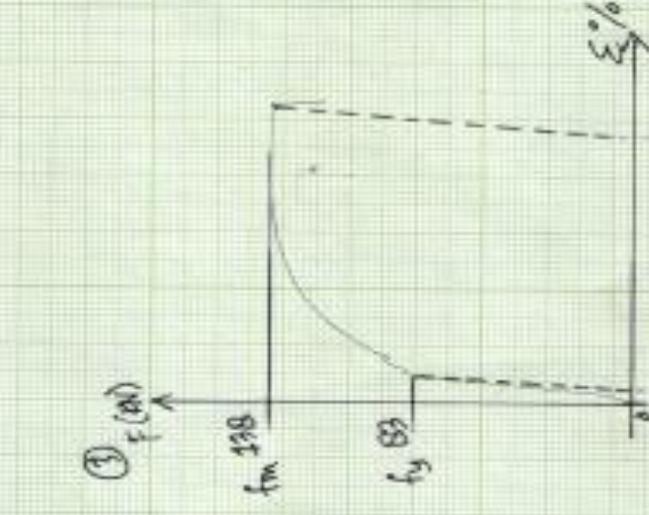
$f_m$  128

$f_y$  109

③  $F(N)$

$f_m$  128

$f_y$  83



**Lampiran 3. Dokumentasi Persiapan dan Pembuatan Spesimen**



Gambar 1. Persiapan Bahan Untuk Spesimen Besi IWF 400



Gambar 2. Mesin Las DC



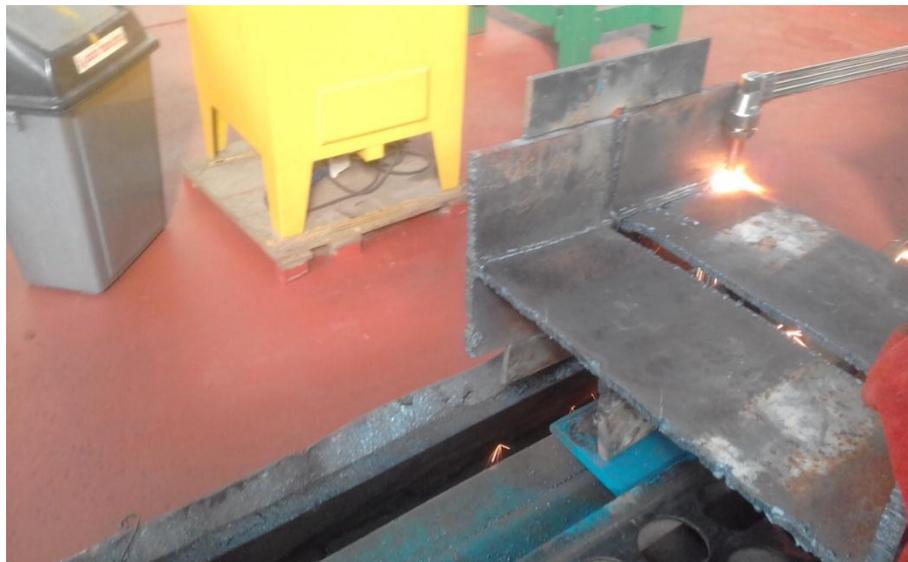
Gambar 3. Pembentukan Kampuh V



Gambar 4. Pengelasan penyambungan besi IWF 400



Gambar 5. Bahan Setelah Dilakukan Pengelasan



Gambar 6. Pemotongan Bahan Setelah Dilakukan Pengelasan



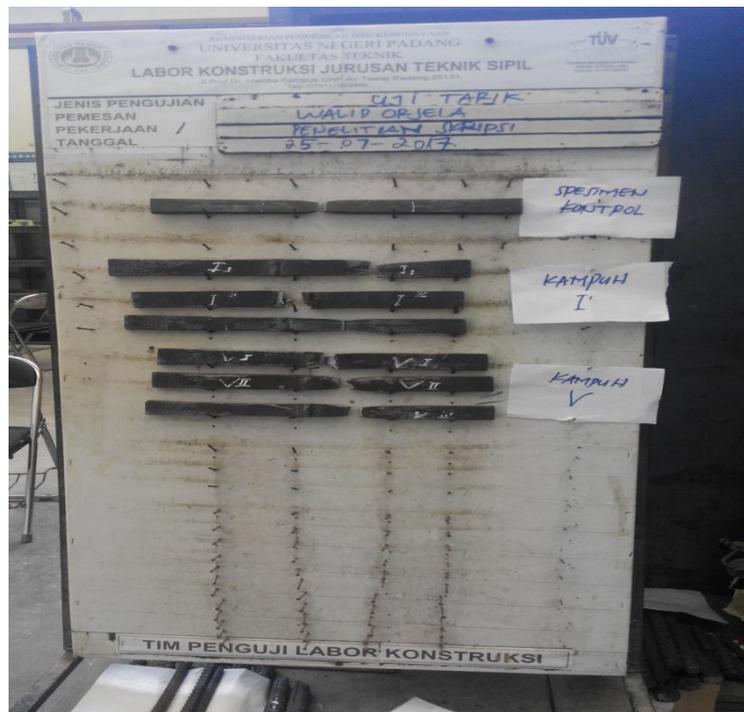
Gambar 7. Pembentukan Spesimen Yang Akan Diuji



Gambar 8. Mesin Uji Tarik Universal dengan Model WE-1000 merk *Hydraulic Universal Material Testing Machine*



Gambar 9. Pembacaan Grafik Pada Pengujian Tarik



Gambar 10. Spesimen hasil Pengujian Tarik

## Lampiran 4. Surat Tugas Pembimbing

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
Alamat: Jl. Prof. Dr. Djalal, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131  
Telp. (0751) 7055644, 443118 Fax. (0751) 7055644, 7055628  
website: www.unp.ac.id e-mail: info@unp.ac.id

---

**SURAT TUGAS PEMBIMBING**  
Nomor : 136.a/UN35.2.4/AK/2016

Sehubungan dengan pelaksanaan Skripsi mahasiswa di bawah ini:

Nama : Walid Orjela  
NIM / TM : 16450 / 2010  
Prog. Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Judul : *"Studi Analisis Uji Kekuatan Tarik Kampuh V dengan Kampuh I pada Sambungan Las Besi IWF 400"*

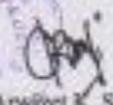
Terdaftar pada KRS Semester Januari - Juni 2016

Berdasarkan persetujuan mahasiswa dengan Peruschat Akademis dan pertimbangan Jurusan, kami menugaskan Bapak/Saudara:

Nama : Drs. Irzal, M.Kes.  
NIP : 19610814 199103 1 004  
Pangkat / Gol : Penata / III c

Sebagai Pembimbing I (satu) Skripsi mahasiswa tersebut di atas.

Demikianlah surat tugas ini disampaikan untuk dapat dilaksanakan. Atas kerja sama dan bantuan Bapak/Saudara diucapkan terima kasih.

Padang, 14 Maret 2016  
Ketua Jurusan,  
  
Arwijet K., S.T., M.T.  
NIP. 19690920 199802 1 001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Haska, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131  
Telp. (0751) 7055644, 445118 - Fax (0751) 7055644, 3055628  
website: [www.unp.ac.id](http://www.unp.ac.id) e-mail: [info@unp.ac.id](mailto:info@unp.ac.id)

**SURAT TUGAS PEMBIMBING**  
Nomor : 136.b/UN35.2.4/AK/2016

Selubungan dengan pelaksanaan Skripsi mahasiswa di bawah ini:

Nama : Walid Orjela  
NIM / TM : 16450 / 2010  
Prog. Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Judul : *"Studi Analisis Uji Kekuatan Tarik Kampuk V dengan Kampuk I pada Sambungan Las Besi IWF 406"*

Terdaftar pada KRS Semester Januari - Juni 2016

Berdasarkan persetujuan mahasiswa dengan Penasehat Akademis dan pertimbangan Jurusan, kami menugaskan Bapak/Saudara:

Nama : Dex. Syahrul M.Si.  
NIP : 19610829 198703 1 003  
Pangkat / Gol : Penata / III c.

Sebagai Pembimbing 2 (dua) Skripsi mahasiswa tersebut di atas.

Demikianlah surat tugas ini disampaikan untuk dapat dilaksanakan. Atas kerja sama dan bantuan Bapak/Saudara diucapkan terima kasih.



Padang, 14 Maret 2016  
Ketua Jurusan,

Arwiset K., S.T., M.T.  
NIP. 19690920 199802 1 001

Lampiran 5. Surat Ijin Penelitian

 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171  
Telp. (0751) 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628  
website : www.ft.unp.ac.id e-mail : info@ft.unp.ac.id

---

**IZIN MELAKUKAN PENELITIAN**  
Nomor : 2817/UN35.2.1/LT/2017

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, dengan ini memberi izin kepada mahasiswa yang tersebut di bawah ini :

Nama : Walid Orjela  
BP/NIM : 2010 / 16450  
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin  
Jenjang : S1  
Program

Untuk melakukan Penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang dilaksanakan pada tanggal 21 Juli 2017 s/d 02 Agustus 2017 dengan judul Skripsi/Tugas Akhir "Analisis Kekuatan Tarik Kampuh V Dan Kampuh I Sambungan Las Baja Karbon Yang Terdapat Pada Besi IWF 400".

Demikian surat izin ini dikeluarkan untuk dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

*Kepada Yth Kepala  
Kantor  
Mohon maaf atas  
terima kasih  
Dr. R. Rizal, MT*

Padang, 19 Juli 2017  
Dekan,  
  
Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., MT.  
NIP. 19591204 198503 1004

*Naam es  
afm & brata mls pd  
Rizal Rizal  
21/7/2017*



LEMBARAN KONSULTASI  
 SKRIPSI/TUGAS AKHIR/PROYEK AKHIR\*)

Nama : Walid Ojeda  
 NIM/UM : 1640 / 2016  
 Prog. Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
 Pembimbing : 1. Drs. Isah, M. Eng  
                   2. Pst. Ghobul, M. Si  
 Judul : Analisa Keselamatan Tarik Kumpuh V dan  
           Kumpuh I pada Ventrilungari Lar. Ker  
           WF. 480

No	Hari, Tanggal	Urutan Konsultasi	T. Tangan Pembimbing
1.	Kamis 10 / -16 /05	- Penentuan Judul - Konsultasi Judul	
2.	Kamis 11 / -16 /05	- Revisi Judul - Latar Belakang Penelitian - Sistematisa Penulisan - Identifikasi Masalah	
3.	Rabu 18 / -16 /05	- Kajian Teori - Bab 2 dan gambar - Identifikasi material	
4.	Jumat 20 / -16 /05	- Perbaikan penulisan	
5.	Senin 23 / -16 /05	Acc Seminar Proposal dan Bab 3 dan 4	
6.	Kamis 26 / -16 /05	- Tambahan penelitian Referensi - Tambahan Gambar	

No	Hari Tanggal	Urutan Konsultasi	T. Tandan Pembimbing
7.	Senin 12-1-2017	Acc Seminar Proposional dan Upe Ppt. 112222. M. Kas	
8.	Rabu 12-6-2017	lanjut penelitian dan Bpk. Kasan untuk pengujian	
9.	Kamis 27-7-17	Pewi Laporan hasil penelitian Abstract, Bab W, Tata tulis.	
10.	Jumat 28-7-17	Pewi BAB N, Abstract, gambar.	
11.	Kamis 29-7-17	Acc usian skripsi pembimbing II	
12.	Senin 31-7-17	2. BAB N - BAB V bag I	
13.	Senin 31-7-17	Lampiran gambar penelitian	
14.	Senin 31-7-17	Format Penelitian.	
15.	Senin	Acc usian skripsi pembim- ing I	