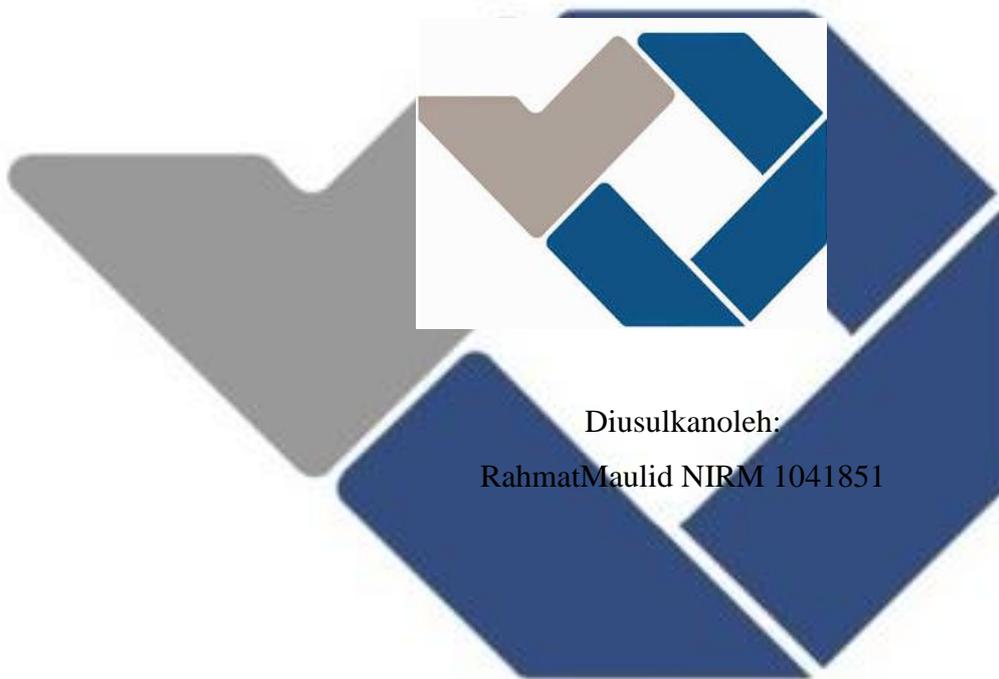


**ANALISIS UJI *BENDING* PADA PENGELASAN BAJA ST37  
MENGUNAKAN LAS SMAW (*SHIELD METAL ARC  
WELDING*) DENGAN POSISI PENGELASAN 1G**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh:  
Rahmat Maulid NIRM 1041851

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKABELITUNG**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS UJI *BENDING* PADA PENGELASAN BAJA ST37  
MENGUNAKAN LAS SMAW (*SHIELD METAL ARC  
WELDING*) DENGAN POSISI PENGELASAN 1G**

Diusulkan oleh :

Rahmat Maulid NIRM 1041851

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 1  
  
(Tuparjono, S.S.T., M.T)

(Tuparjono, S.S.T., M.T)

Pembimbing 2



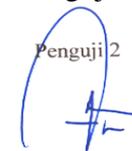
(Yuli Dharta, S.S.T., M.T)

Penguji 1



(Sukanto, S.S.T., M.Eng)

Penguji 2

Penguji 2  


(Erwanto, S.S.T., M.T)

## PERNYATAANBUKANPLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rahmat Maulid

NIRM : 1041851

Dengan judul : ANALISIS UJI *BENDING* PADA PENGELASAN BAJA ST37 MENGGUNAKAN LAS SMAW (*SHIELD METAL ARC WELDING*) DENGAN POSISI PENGELASAN 1G

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 24 Januari2022

Nama Mahasiswa

1. RAHMAT MAULID

Tanda Tangan



## ABSTRAK

*Proses pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih bahan logam dalam satu kesatuan dengan adanya energi panas, energi panas yang dihasilkan dari proses pengelasan dapat mempengaruhi hasil lasan. Pada penelitian ini parameter yang digunakan adalah variasi arus las dan jumlah layer dan pass, arus las yang digunakan adalah 65A penetrasi, 95A fill-capping, 65A penetrasi, 115A fill-capping, 65A penetrasi, 125A fill-capping dan jumlah layer dan pass yang digunakan adalah 4 layer 7 pass dan 4 layer 9 pass dengan polaritas DCEP (Direct Current Elektrode Positive). Pada penelitian ini dilakukannya analisis uji bending pada pengelasan baja ST37 menggunakan las SMAW (Shield Metal Arc Welding) dengan posisi pengelasan 1G. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan beban penekanan baja ST37 setelah proses pengelasan SMAW dengan pengujian bending. Metode yang digunakan pada pengujian bending menggunakan metode three point bending. Dari hasil pengujian bending, kekuatan beban penekanan yang tertinggi terjadi di arus las 65A penetrasi, 125A fill-capping dengan 4 layer 7 pass, dengan beban penekanan 66,85 Mpa.*

**Katakunci:** *Pengelasan SMAW, Variasi Arus Las, layer las, Uji Bending*

## **ABSTRACT**

*The welding process is the process of joining two or more metal materials in one unit in the presence of heat energy, the heat energy generated from the welding process can affect the results of the weld. In this study, the parameters used are variations in welding current and the number of layers and passes, the welding current used is 65A penetration, 95A fill-capping, 65A penetration, 115A fill-capping, 65A penetration, 125A fill-capping and the number of layers and passes required. used are 4 layer 7 pass and 4 layer 9 pass with DCEP (Direct Current Electrode Positive) polarity. In this study, a bending test analysis was carried out on ST37 steel welding using SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding with a welding position of 1G. The purpose of this study was to determine the compressive strength of ST37 steel after the SMAW welding process with bending testing. The method used in the bending test uses the three point bending method. From the results of the bending test, the highest compressive load strength occurred at a welding current of 65A penetration, 125A fill-capping with 4 layers 7 passes, with a suppression load of 66,85 Mpa.*

*Keywords: SMAW Welding, Welding Current Variation, Welding layer, Bending Test*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia Allah, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma IV pada program studi Teknik Mesin dan Manufaktur. Penulis menyadari banyak kendala dalam menyelesaikan penelitian ini, dan tidak mungkin dapat menyelesaikannya tanpa bantuan bimbingan dan dorongan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sedalam - dalamnya kepada:

1. Ibu dan kakak saya yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan serta motivasi semangat untuk menyelesaikan makalah tugas akhir ini.
2. Tuparjono, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan tentang pelaksanaan makalah tugas akhir ini.
3. Yuli Dharta, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang memberi semangat dan masukan tentang pelaksanaan makalah tugas akhir ini.
4. Dan semua pihak yang telah memberi bantuan dukungan moril dalam penyelesaian makalah tugas akhir yang sebagai salah satu syarat kelulusan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan untuk bersama-sama memajukan penelitian ini.

Sungailiat, 24 Januari 2022



Rahmat Maulid

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR RUMUS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>3</b>
2.1. Penelitian Terdahulu .....	3
2.2. Pengelasan SMAW .....	4
2.3. Sambungan Pengelasan <i>Groove</i> .....	5
2.4. Arus Las .....	5
2.5. Elektroda Las Busur Listrik SMAW.....	6

2.6. Pengujian <i>Bending</i> .....	7
2.7. Pengujian <i>Bending</i> Meode <i>Three Point Bending</i> .....	8
2.8. Material ST 37.....	9
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>10</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	10
3.2. Waktu dan tempat penelitian.....	12
3.2.1. Waktu Penelitian.....	12
3.2.2. Tempat Penelitian.....	12
3.3. Alat dan bahan.....	13
3.3.1. Alat.....	13
3.3.2. Bahan.....	13
3.4. Sistematika pelaksanaan penelitian.....	13
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>15</b>
4.1. Study Literatur.....	15
4.2. Merancang Instrumen penelitian .....	16
4.2.1. Melaksanakan Proses Pengelasan.....	16
4.3. Uji Coba.....	16
4.3.1. Persiapan Uji Coba.....	16
4.3.2. Hasil Uji Coba.....	18
4.3.3. Uji <i>Bending</i> .....	19
4.3.4. Hasil Uji <i>Bending</i> .....	21
4.4. Analisis Hasil Uji <i>Bending</i> .....	26
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel Halaman	
2.3. Hubungan diameter elektroda dengan arus listrik.....	6
3.1. Tabel uji coba penelitian.....	12
4.3.2. Hasil uji coba pengelasan dengan arus las 65A penetrasi, 95A <i>fill-capping</i> .....	18
4.3.2.1. Hasil uji coba pengelasan dengan arus las 65A penetrasi, 115A <i>fill-capping</i> .....	18
4.3.2.2. Hasil uji coba pengelasan dengan arus las 65A penetrasi, 125A <i>fill-capping</i> .....	19
4.3.3. Tahapan uji bending.....	20
4.3.4. Hasil data uji <i>bending</i> dengan 65A penetrasi, 95A <i>fill-capping</i> 4 layer 7 pass.....	21
4.3.4.1. Hasil data uji <i>bending</i> dengan 65A penetrasi, 95A <i>fill-capping</i> 4 layer 9 pass.....	22
4.3.4.2. Hasil data uji <i>bending</i> dengan 65A penetrasi, 115A <i>fill-capping</i> 4layer7 pass.....	23
4.3.4.3. Hasil data uji <i>bending</i> dengan 65A penetrasi, 115A <i>fill-capping</i> 4 layer 9 pass.....	24
4.3.4.4. Hasil data uji <i>bending</i> dengan 65A penetrasi, 125A <i>fill-capping</i> 4 layer 7 pass.....	25
4.3.4.5. Hasil data uji <i>bending</i> dengan 65A penetrasi, 125A <i>fill-capping</i> 4 layer 9 pass.....	26
4.4. Hasil <i>capping</i> dan penetrasi dengan arus las 65A	

penetrasi, 95A <i>fill-capping</i> .....	28
4.4.1. Hasil uji <i>bending</i> beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 95A <i>fill-capping</i> .....	29
4.4.2. Hasil <i>capping</i> dan penetrasi dengan arus las 65A penetrasi, 115A <i>fill-capping</i> .....	30
4.4.3. Hasil uji <i>bending</i> beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 115A <i>fill-capping</i> .....	32
4.4.4. Hasil <i>capping</i> dan penetrasi dengan arus las 65A penetrasi, 125A <i>fill-capping</i> .....	33
4.4.5. Hasil uji <i>bending</i> beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 125A <i>fill-capping</i> .....	35
4.4.6. Hasil uji <i>bending</i> mengikuti parameter berdasarkan penggunaan arus las, jumlah <i>layer</i> dan <i>pass</i> .....	36

## DAFTAR GAMBAR

### Gambar Halaman

2.1. Las busur listrik elektroda terlindung.....	4
2.2. Kampuh Pengelasan.....	5
2.6. Metode <i>Three Point Bending</i> ASTM E23-02.....	8
2.7. Dimensi Benda Uji Dengan <i>Standard</i> ASTM E23-02.....	9
3.1. Skema diagram alir Penelitian.....	10
4.3.1. Proses penandaan benda uji.....	17
4.3.2. Proses pemotongan benda uji.....	17
4.3.3. Ukuran benda uji.....	17
4.3.4. Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 7 pass 95A.....	21
4.3.4.1. Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 9 pass 95A.....	22
4.3.4.2. Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 7 pass 115A.....	23
4.3.4.3. Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 9 pass 115A.....	24
4.3.4.4. Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 7 pass 125A.....	25
4.3.4.5. Hasil uji <i>bending</i> 4 layer 9 pass 125A.....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Proses Pengujian *Bending*



## DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1. Perhitungan Metode <i>Three Point Bending</i> .....	8



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Pada era zaman ini pemakaian baja di bidang konstruksi sudah banyak digunakan karena relatif ringan dan mempunyai ketangguhan serta kekebalan yang muluk. Pada penyatuan baja tertentu dibutuhkan suatu metode pengelasan karena metode pengelasan adalah salah satu metode yang cukup berfungsi dalam industri manufaktur dengan tujuan untuk proses *maintenance* maupun proses produksi. Salah satu metode pengelasan yang sering dilakukan adalah SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)[1]. Pengelasan SMAW adalah sebuah metode penyatuan logam yang memerlukan kekuatan panas untuk melelehkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). kekuatan panas pada pengelasan SMAW didapatkan dari lonjakan ion listrik yang bertemu di ujung elektroda dan bidang benda kerja[2].

Dalam proses pengelasan hasil lasan dapat berpengaruh dari penyetelan kuat arus, salah satunya adalah jika arus yang digunakan terlalu rendah, akan sulit untuk memulai busur. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar, sehingga menghasilkan tepi las yang tidak rata dan penetrasi yang buruk. Di sisi lain, jika arus terlalu tinggi, elektroda akan meleleh terlalu cepat dan menyebabkan permukaan las lebih besar dan penetrasi lebih dalam, menghasilkan ketahanan mulur yang rendah dan meningkatkan kerapuhan las[3].

#### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Apakah terjadi perbedaan kekuatan beban penekanan pada variasi arus las 65A penetrasi, 95A, 115A, 125A *fill-capping* dengan jumlah *layer* dan pass 4 *layer* 7 pass dan 4 *layer* 9 pass?

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variasi Arus pengelasan yang digunakan untuk penetrasi adalah 65A dan *fill-capping* adalah 95A, 115A, 125A.
2. Pengujian hasil lasan dilakukan dengan cara uji *bending*.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Untuk mengetahui terjadinya perbedaan kekuatan beban penekanan akibat variasi arus las 65A penetrasi, 95A, 115A, 125A *fill-capping* dengan jumlah *layer* dan pass 4 *layer* 7 pass dan 4 *layer* 9 pass.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:  
Untuk mengetahui kekuatan beban penekanan baja karbon ST37 setelah pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan uji *bending*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Oktavian Dwi Nata, dkk[4] membuat penelitian untuk mendapatkan angka daya uji *bending* pada pengelasan SMAW menggunakan kawat las E6013 dengan beragam variasi arus listrik, 80A, 90A dan 100A dengan ketebalan plat 10mm. Angka daya uji *bending* yang lebih rendah adalah pada arus 80A dimana angka rata-rata tekanan *bending* 1,256 N/mm<sup>2</sup>. Angka rata-rata daya uji *bending* pada arus 90A rata-rata tekanan *bending* 1,305 N/mm<sup>2</sup>. Pada arus 100A mempunyai angka lebih besar adalah 1,387 N/mm<sup>2</sup>.

Gustina Effrianti, dkk[5] membuat penelitian untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik dan jenis jahitan pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan uji *bending joint* ST 37. Bahwa nilai hasil uji *bending* tertinggi terjadi di arus 130A dengan nilai 42,579 kgf/mm<sup>2</sup> pada benda uji 6.

Oka Wahyu dkk[6] membuat penelitian untuk mengetahui kekuatan sambungan pengelasan SMAW dengan variasi kuat arus dan gerakan pengelasan pada baja karbon rendah dengan pengujian *bending*, bahwa hasil data yang di dapatkan nilai yang paling tinggi terjadi di arus las 90A dengan gerakan pengelasan mundur pola zig zag dengan nilai 77,44 kgf/mm<sup>2</sup> dan terendah yaitu pada variasi arus listrik 70A dengan gerakan pengelasan maju pola zig zag dengan nilai 14,98 kgf/mm<sup>2</sup>.

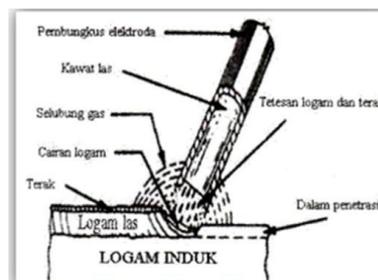
Awal Syahrani dkk[7] membuat penelitian untuk mengetahui variasi arus terhadap kekuatan tarik dan *bending* pada hasil pengelasan SM490. Arus las yang digunakan adalah 140A, 150A, 160A dengan ketebalan plat 14 mm. Bahwa hasil data yang di dapatkan nilai yang mengalami penurunan terjadi di arus las 140A dengan nilai 40,635 Mpa. Nilai yang mengalami peningkatan terjadi di arus las 150A dengan nilai 42,484 Mpa. Nilai yang paling tinggi terjadi pada arus las 160A dengan nilai 45,069 Mpa.

## 2.2. Pengelasan SMAW

SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) adalah proses pengelasan di mana panas dari busur listrik yang dihasilkan antara tepi elektroda yang dilapisi dan permukaan logam yang dilapisi menyebabkan logam meleleh. Metode pengelasan ini menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan *fluks*[8]. Selama pengelasan, *fluks* meleleh dan membentuk terak, terak bertindak sebagai lapisan pelindung logam cair untuk mencegah udara di sekitarnya dari oksidasi dan menghasilkan gas untuk melindungi elemen logam cair dari meleleh di ujung elektroda dan jatuh ke tempat sambungan. Sambungan yang digunakan adalah sambungan tumpul atau sambungan *butt joint* atau lebih dikenal juga pengelasan *groove*.

Mesin las SMAW menurut arusnya, dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu mesin las arus searah (DC), dan mesin las arus bolak-balik (AC), dimana ketika bahan dasar memiliki titik leleh tinggi dan kapasitas besar, elektroda terhubung ke elektroda negatif dan bahan dasar terhubung ke elektroda positif digunakan pengelasan arus searah (DC). Polaritas terbalik dan bahan dasar memiliki titik leleh yang rendah dan kapasitas titik leleh kecil[9].

Faktor yang mempengaruhi hasil las adalah proses pengelasan, metode pembuatan struktur las sesuai dengan proyek dan spesifikasi dengan mendefinisikan semua elemen yang diperlukan untuk kinerja. Proses manufaktur las yang dimaksud adalah proses manufaktur, alat dan bahan yang dibutuhkan, urutan pemasangan, persiapan pemasangan termasuk pemilihan mesin las, penunjukan mesin las, pemilihan elektroda. Penggunaan jenis kampuh[10]. Las busur listrik elektroda dapat dilihat pada gambar 2.1.

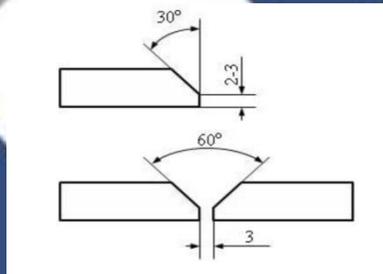


Gambar 2.1. Las busur listrik elektroda[11].

### 2.3. Sambungan Pengelasan *Groove*

Semua proses pengelasan harus merancang sambungan untuk mencapai efek sambungan yang baik atau lulus uji yang memenuhi standar atau spesifikasi yang disetujui. Oleh karena itu, sebelum proses pengelasan, pemilihan jenis pengelasan sangatlah penting. Ada banyak jenis sambungan dalam pengelasan, mulai dari sambungan *butt* atau sambungan tumpul, sambungan berbentuk T atau sambungan sudut. Pengelasan semacam ini memiliki tujuan khusus[12].

Sambungan *butt joint* adalah jenis sambungan tumpul, salah satu jenis sambungan ini yaitu *V groove* dengan posisi pengelasan 1G (*Groove*) yaitu sama dengan posisi 1F (*Fillet*) atau bisa juga disebut posisi pengelasan dibawah tangan (*Hand Down*). Kampuh pengelasan dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar2.2. Kampuh Pengelasan[13].

### 2.4. Arus Las

Arus las adalah besarnya arus yang keluar dari mesin las. Penggunaan arus las yang akan digunakan dapat diatur dengan alat las. Arus pengelasan harus sesuai dengan jenis bahan yang digunakan dalam proses pengelasan dan diameter elektroda. Jika terlalu kecil arus yang digunakan, lasan akan tidak cukup menyatu, dan jika terlalu besar arus, lasan akan terbentuk[14]. Hubungan diameter elektroda dengan arus listrik dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hubungan diameter elektroda dengan arus listrik[14].

Diameter Elektroda (mm)	Arus (Amper)
2,5	60-90
2,6	60-90
3,2	95-130
4,0	150-190
5,0	180-250

Pada proses pengelasan logam dengan teknik pengelasan SMAW kuat arus listrik yang digunakan dalam proses penyambungan logam merupakan indikator penting yang perlu diperhatikan, hal ini dikarenakan kuat arus listrik menentukan besarnya panas yang dihasilkan dari busur listrik pada nyala ujung elektroda yang digunakan, semakin besar arus yang diberikan, semakin besar panas yang dihasilkan dengan melelehkan logam utama dan menghubungkan logam atau elektroda. Sebaliknya, semakin rendah arus yang diberikan, semakin banyak panas yang dilepaskan saat melelehkan logam utama, dan semakin lemah sambungannya.[15].

Arus pengelasan merupakan parameter pengelasan yang secara langsung mempengaruhi laju penetrasi dan peleburan logam dasar, semakin tinggi arus pengelasan maka semakin tinggi pula laju penetrasi dan fusi. Besarnya arus pada las akan mempengaruhi hasil pengelasan. Jika arus terlalu kecil maka akan sangat sulit untuk mengalirkan fluida dari ujung elektroda yang digunakan dan busur yang dihasilkan juga akan tidak stabil. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, yang mengakibatkan pembentukan punggung las yang kecil dan tidak beraturan dan penetrasi logam dasar yang buruk. Jika arus terlalu besar, manik las lebar, percikan kecil, penetrasi[16].

#### 2.4. Elektroda Las Busur Listrik SMAW

Pengelasan busur atau SMAW menggunakan kawat las atau elektroda yang terdiri dari inti, terbuat dari logam dan dilapisi campuran kimia. Untuk aditif atau

bahan pengisi elektroda terdiri dari dua bagian, yaitu yang pertama kawat elektroda atau bagian inti elektroda yang terbungkus oleh *fluks*, dan bagian kedua salutan elektroda atau *fluks*. *Fluks* yang terkandung dalam elektroda selama proses pengelasan adalah untuk melindungi logam dasar dari pengaruh lingkungan udara bebas, dan untuk menghasilkan gas pelindung dan busur yang stabil, serta komponen pemandu. Secara umum diklasifikasikan menurut bahan yang akan dilas, batang las dapat dibagi menjadi batang las untuk baja karbon rendah, baja konduktif tinggi, baja konduktif, besi cor dan logam *non-ferrous*. Bahan elektroda harus memiliki karakteristik yang sama dengan bahan yang akan dilas [17].

Pembuatan elektroda didasarkan pada standar sistem AWS (*American Welding Society*). Kode elektroda pada setiap angka adalah E XXXX, dan setiap huruf memiliki arti masing-masing yaitu:

E = Elektroda yang digunakan untuk pengelasan busur.

XX = Kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in<sup>2</sup>.

X = Posisi pengelasan, 1 berlaku untuk semua posisi pengelasan, 2 untuk pengelasan posisi datar

X = Jenis *fluks* dan jenis ampere yang cocok digunakan untuk pengelasan [18].

## **2.5. Pengujian *Bending***

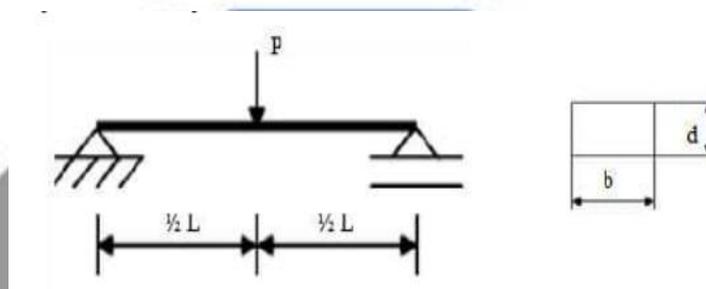
Bending test adalah proses pengujian material di mana Anda dapat memperoleh hasil berupa data kekuatan lentur tentang material yang diuji. Uji lentur adalah bentuk pengujian yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu material secara visual. Proses pembebanan menggunakan mandrel atau pusher dengan ukuran yang telah ditentukan untuk memaksa bagian tengah bahan uji atau sampel membengkok di antara dua penyangga yang dipisahkan oleh jarak yang telah ditentukan. Selain itu, material akan berubah bentuk ketika dua kekuatan yang berlawanan bekerja secara bersamaan [19].

Setelah menekuk, permukaan spesimen yang berbentuk cembung harus diperiksa dari kemungkinan adanya retak atau cacat permukaan yang lain. Jika sampel patah setelah dibengkokkan, sampel dinyatakan tidak memenuhi syarat (*unqualified*). Namun jika tidak patah sampel dinyatakan memenuhi syarat (*qualified*), ukuran retakan permukaan atau cacat permukaan lain yang terlihat

harus memenuhi *standard* referensi. Adanya retak pada sisi ketebalan atau sudut-sudut spesimen tidak dinyatakan sebagai kegagalan pengujian[20].

## 2.6. Pengujian *Bending Metode Three Point Bending*

Uji tekuk metode tekuk tiga titik menggunakan dua titik di bagian bawah sampel sebagai alas dan satu titik di bagian atas sebagai uji penekan. Keuntungan menggunakan metode tekukan tiga titik adalah sampel mudah disiapkan dan diuji, sehingga lebih mudah membuat titiknya[21]. Metode *three point bending* dengan *standard* AWS D1.1 dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Metode *Three Point Bending* ASTM E23-02[22]

Untuk melihat dimensi benda uji dengan *standard* ASTM E23-02, dimensi benda uji dengan *standard* ASTM E23-02, dapat di lihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Dimensi Benda Uji Dengan *Standard* ASTM E23-02[23]

Perhitungan yang digunakan sebagai berikut:

$$f = \frac{3 P L}{2 b d^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan rumus:

$f$  = Tegangan Lengkung (kgf/mm<sup>2</sup>)

$P$  = Beban atau Gaya yang terjadi (kgf)

$L$  = Jarak point (mm)

$b$  = Lebar benda uji (mm)

$d$  = Ketebalan benda uji (mm)

## 2.7. Material ST37

Baja adalah paduan yang dibentuk oleh unsur-unsur utama besi (Fe) dan karbon (C) dan unsur-unsur lain, seperti: Mn, Si, Ni, Cr, V, dll, dan rasio pengaturannya sangat kecil. Elemen-elemen ini akan mempengaruhi kualitas baja. Dalam baja karbon rendah, kandungan karbonnya adalah 0,1% hingga 0,3%. Kekerasan relatif rendah, kelembutan dan keuletan tinggi. Baja ringan biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut[24].

Baja ST37 menggunakan standarisasi dari jerman (DIN), yang artinya kode ST37 memiliki kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm<sup>2</sup>[25].

Secara umum, baja dengan nilai karbon kurang dari 0,45% dianggap memiliki kemampuan las yang baik, dan logam pengisi yang digunakan dalam proses pengelasan pada dasarnya harus serupa dengan logam dasar[26].

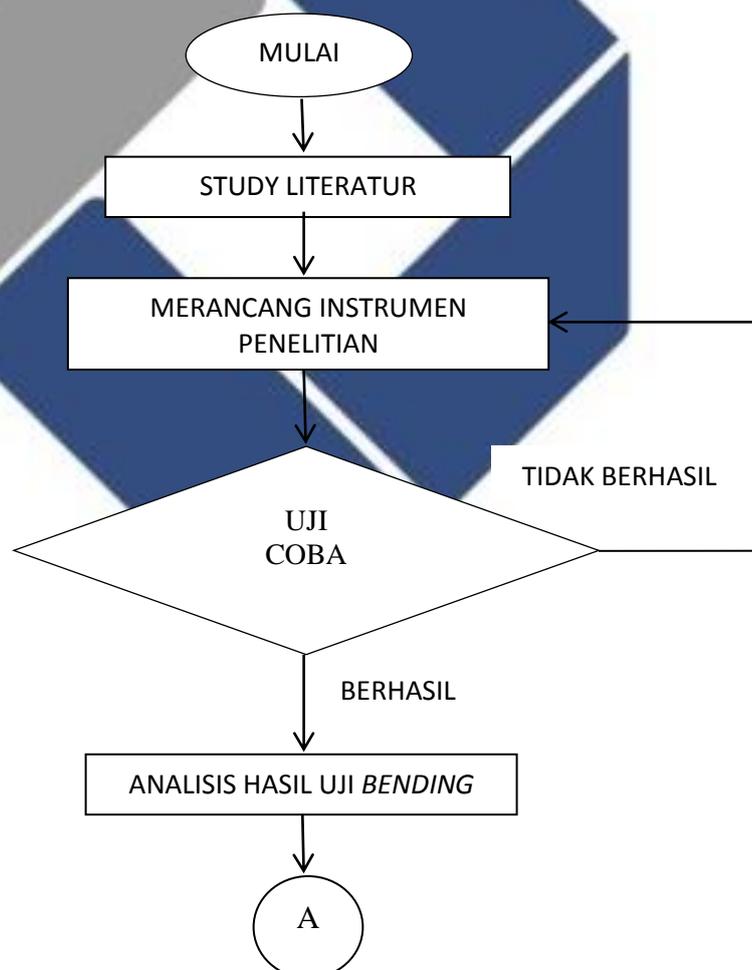
## BAB III

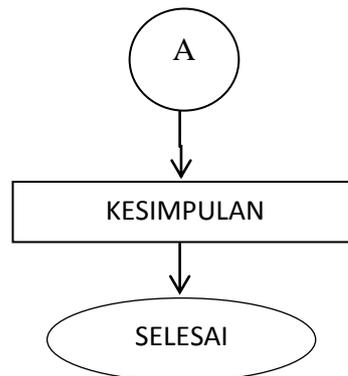
### METODELOGI PENELITIAN

Metode yang dipakaipada penelitian ini adalah metode eksperimental metode ini digunakan untuk melihat pengaruh variasi arus las dan jumlah *layer* dan pass, data yang diperoleh dari hasil penelitian didapatkan melalui pengujian *bending*.Skema sistem metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.

#### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini diagram alir yang menggambarkan proses alur penelitian:





Gambar 3.1. skema diagram alir penelitian

#### A. Study Literatur

Dalam penelitian ini data-data di dapatkan dari sumber pustaka , seperti karya ilmiah, jurnal penelitian, dan buku.

#### B. Merancang Instrumen Penelitian

Parameter yang digunakan dalam penilitian ini adalah:

1. Pengelasan yang dilakukan dengan posisi pengelasan 1G.
2. Besar arus pengelasan yang digunakan untuk penetrasi adalah 65A
3. Besar arus pengelasan yang digunakan untuk *fill-capping* adalah 95A, 115A, 125A
4. Mesin las SMAW dengan polaritas DC (arus searah).
5. Elektroda AWS E7016 dengan diameter 2,6 mm.
6. Elektroda AWS E7018 dengan diameter 3,2 mm.
7. Baja karbon rendah ST37 dengan *standard* DIN.

Benda kerja yang digunakan adalah pelat baja ST37 dengan ukuran 200×100×10. Pengelasan dilakukan dengan tipe arus DC dengan menggunakan elektroda E7016 diameter 2,6 mm untuk penetrasi. Dan gunakan elektroda E7018 berdiameter 3,2 mm untuk *fill* dan *capping*. Setelah proses pengelasan dilakukan pengujian kualitas pengelasan secara uji bending untuk mengetahui kekuatan beban penekanan pengelasan pada baja ST37. *Standard* pengujian *bending* menggunakan ASTM E23-02

### C. Uji Coba

Peneliti melakukan percobaan terhadap benda uji yang akan diuji dengan menggunakan arus las yang berbeda. Uji coba penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Uji Coba Peneliitian

Bahan benda kerja	Jenis pengelasan	Pengkutuban	Amper yang digunakan	Layer dan pas yang digunakan	Jumlah percobaan
Baja ST37	SMAW (Shield Metal Arc Welding)	DCEP (Direct Current Electrode Positive)	65A untuk penetrasi 125 A untuk <i>fill</i> dan <i>caping</i>	4 layer 7 pas dan 4 layer 9 pas	2 kali percobaan benda uji

### D. Analisis Hasil Uji *Bending*

Menganalisis hasil pengujian yaitu, mengetahui kekuatan beban penekanan baja karbon ST37 dengan *layer* dan pas yang berbeda pada pengelasan dan untuk mengetahui kekuatan beban penekanannya dilakukan dengan uji *bending*.

### E. Kesimpulan

Setelah didapatkan hasil dari analisis dan uji coba diambil kesimpulan dari setiap hasil tersebut.

## 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

### 3.2.1. Waktu Penelitian

Lama pelaksanaan tugas akhir ini dimulai dari bulan Agustus 2021 sampai dengan bulan Januari 2022.

### 3.2.2. Tempat Penelitian

1. Lokasi pembuatan sudut kampuh pengelasan dikerjakan di SMK NEGERI 2 SUNGAILIAT. Alamat di Jl. Raya Belinyu KM 5 Sinar Baru Sungailiat Bangka Belitung

2. Lokasi pelaksanaan kegiatan dikerjakan di Laboratorium Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Alamat di Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat 33211 Bangka Induk Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
3. Laboratorium Las dan Pabrikasi Logam, Jurusan Teknik Mesin, Prodi DIV Teknik Mesin dan Manufaktur, Polman Negeri Bangka Belitung.

### **3.3. Alat dan Bahan**

#### **3.3.1. Alat**

Alat yang diperlukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Transformator DC.
2. Kabel massa dan kabel elektroda.
3. *Holder* dan klem massa.
4. Elektroda.
5. *Chipping hammer*.
6. Sikat kawat dan alat perlindungan diri yang sesuai.

#### **3.3.2. Bahan**

Adapun bahan yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir yaitu sebagai berikut:

1. Elektroda E7016 diameter 2,6 mm untuk penetrasi.
2. Elektroda E7018 diameter 3,2 mm untuk *fill-caping*.
3. Baja karbon ST37 dengan ukuran 200×100×10

### **3.4. Sistematika Pelaksanaan Penelitian**

Sebelum melakukan penelitian selanjutnya maka perlu adanya studi literatur yang berarti mencari informasi atau data dari buku, jurnal, teori-teori penelitian sebelumnya. Ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data-data sebagai acuan dalam penyusunan dan pembuatan tugas akhir yang lebih relevan.

Dalam penelitian tugas akhir ini pengelasan yang digunakan adalah pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) baja karbon ST37 dengan menggunakan elektroda E7016 diameter 2,6 mm untuk *penetrasi* dan E7018

diameter 3,2 untuk *fill* dan *capping*. Penggunaan amper 65A untuk *penetrasi*, 95A, 115A dan 125A untuk *fill* dan *capping*. Kemudian dilakukan pengamatan, Pengamatan yang dilakukan terhadap hasil percobaan meliputi pengamatan hasil pengelasan secara visual. Setelah melakukan pengamatan proses pengelasan kemudian dilakukan dengan pengujian *bending* untuk mendapatkan data – data dari kekuatan beban penekanan baja karbon ST37 apakah kekuatan beban penekanannya relatif sama setelah dilakukan proses pengelasan.

Berikut langkah-langkah pengelasan pada baja karbon ST37 :

1. Pembuatan kampuh V pengelasan dengan sudut 60°.
2. Mempersiapkan mesin las SMAW dengan arus DC dan menggunakan elektroda E7016 diameter 2,6 mm untuk penetrasi dan E7018 diameter 3,2 mm untuk *fill* dan *capping*.
3. Mempersiapkan bahan yang akan diperlukan untuk proses pengelasan pada meja las.
4. Posisi pengelasan yang digunakan adalah 1G.
5. Tahap pengelasan yang dilakukan sesuai dengan parameter yang digunakan yaitu menggunakan variasi arus las yang berbeda dan menggunakan 4 *layer* 7 pas dan 4 *layer* 9 pas.
6. Setelah selesai melakukan proses pengelasan benda uji akan dipotong dengan dimensi 150×20×10 menggunakan *standard* ASTM E23-02
7. Dari proses pengelasan yang telah dilakukan selanjutnya akan di lakukan uji *bending* untuk mengetahui kekuatan beban penekanan pada baja karbon ST37.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1. Study Literatur

Pada penelitian ini dimana referensi yang digunakan yaitu dari jurnal penelitian sebagai berikut:

Oktavian Dwi Nata, dkk[27] membuat penelitian untuk mendapatkan angka daya uji *bending* pada pengelasan SMAW menggunakan kawat las E6013 dengan beragam variasi arus listrik, 80A, 90A dan 100A. Angka daya uji *bending* yang lebih rendah adalah pada arus 80A dimana angka rata-rata tekanan *bending* 1,256 N/mm<sup>2</sup>. Angka rata-rata daya uji *bending* pada arus 90A rata-rata tekanan *bending* 1,305 N/mm<sup>2</sup>. Pada arus 100A mempunyai angka lebih besar adalah 1,387 N/mm<sup>2</sup>.

Gustina Effrianti, dkk[28] membuat penelitian untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik dan jenis jahitan pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan uji *bending joint* ST 37. Bahwa nilai hasil uji *bending* tertinggi terjadi di arus 130A dengan nilai 42,579 kgf/mm<sup>2</sup> pada benda uji 6.

Oka Wahyu, dkk[29] membuat penelitian untuk mengetahui kekuatan sambungan pengelasan SMAW dengan variasi kuat arus dan gerakan pengelasan pada baja karbon rendah dengan pengujian *bending*, bahwa hasil data yang di dapatkan nilai yang paling tinggi terjadi di arus las 90A dengan gerakan pengelasan mundur pola zig zag dengan nilai 77,44 kgf/mm<sup>2</sup> dan terendah yaitu pada variasi arus listrik 70A dengan gerakan pengelasan maju pola zig zag dengan nilai 14,98 kgf/mm<sup>2</sup>.

Awal Syahrani dkk, [30] membuat penelitian untuk mengetahui variasi arus terhadap kekuatan tarik dan *bending* pada hasil pengelasan SM490. Arus las yang digunakan adalah 140A, 150A, 160A dengan ketebalan plat 14 mm. Bahwa hasil data yang di dapatkan nilai yang mengalami penurunan terjadi di arus las 140A dengan nilai 40,635 Mpa. Nilai yang mengalami peningkatan terjadi di arus las 150A dengan nilai 42,484 Mpa. Nilai yang paling tinggi terjadi pada arus las 160A dengan nilai 45,069 Mpa.

## 4.2. Merancang Instrumen Penelitian

Merancang instrumen penelitian adalah proses untuk melakukan sebuah kegiatan penelitian agar penelitian yang diteliti sesuai dengan langkah-langkah yang telah dilakukan. Langkah-langkah kegiatan penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. Menentukan material dan ukuran material.
2. Menentukan jenis kampuh.
3. Menentukan jenis elektroda.
4. Menentukan arus las.
5. Menentukan jumlah *layer* dan pas.

### 4.2.1. Melaksanakan Proses Pengelasan

Proses pengelasan yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada parameter sebagai berikut:

1. Material : Baja Karbon ST 37 menggunakan *standard* DIN
2. Dimensi : 150×20×10 menggunakan *standard* ASTM E23-02
3. Kampuh : *Single V*
4. Elektroda : E7016 diameter 2,6 mm untuk penetrasidan E7018 diameter 3,2 mm untuk *fill-capping*
5. Arus las : 65A *penetrasi* dan 95A, 115A, 125A *fill-capping*
6. Polaritas : DCEP (*Direct Current Electrode Positive*)
7. Pengujian: Uji *Bending*.

## 4.3. Uji Coba

Pada penelitian ini kegiatan uji coba meliputi sebagai berikut:

### 4.3.1. Persiapan Uji Coba

1. Proses penandaan benda uji.

Tujuan dari penandaan benda uji ini adalah untuk mempermudah proses pemotongan benda uji dan menyesuaikan timbangan gantung yang mempunyai kapasitas maksimal 150kg. Proses penandaan benda uji dapat dilihat pada gambar 4.3.1.



Gambar 4.3.1. Proses Penandaan Benda Uji

2. Proses pemotongan benda uji.

Tujuan dari pemotongan benda uji ini adalah untuk mempermudah proses uji *bending*, benda uji dipotong sesuai ketentuan uji *bending*.

Proses pemotongan benda uji dapat dilihat pada gambar 4.3.2.



Gambar 4.3.2. Proses Pemotongan Benda Uji

3. Ukuran Benda Uji

Ukuran benda uji yang akan di uji *bending* adalah  $150 \times 20 \times 10$  ukuran benda uji ini menyesuaikan timbangan gantung yang mempunyai kapasitas maksimal 150kg. ukuran benda uji dapat dilihat pada gambar 4.3.3.



Gambar 4.3.3. Ukuran Benda Uji

#### 4.3.2. Hasil Uji Coba

Tabel 4.3.2. Hasil uji coba pengelasan dengan arus las 65A penetrasi, 95A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p style="text-align: center;">Atas</p> 	<p style="text-align: center;">Atas</p> 
<p style="text-align: center;">Bawah</p> 	<p style="text-align: center;">Bawah</p> 

Tabel 4.3.2.1. Hasil uji coba pengelasan dengan arus las 65A penetrasi 115A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p style="text-align: center;">Atas</p> 	<p style="text-align: center;">Atas</p> 

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
Bawah 	Bawah 

Tabel 4.3.2.2. Hasil uji coba pengelasan dengan arus las 65A penetrasi 125A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
Atas 	Atas 
Bawah 	Bawah 

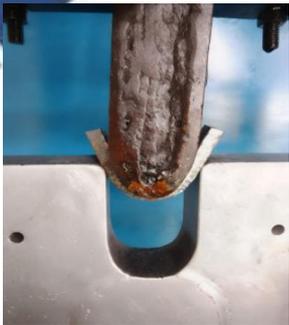
#### 4.3.3. Uji *Bending*

Sebelum melakukan uji *bending* tahapan kegiatan uji *bending* meliputi sebagai berikut:

1. Posisi awal benda uji sebelum penekanan.
2. Posisi benda uji mengalami penekanan.
3. Posisi benda uji setelah penekanan.

Tahapan uji *bending* dapat dilihat pada tabel 4.3.3.

Tabel 4.3.3. Tahapan Uji *Bending*

Penempatan	Gambar
Posisi awal benda uji sebelum penekanan	
Posisi benda uji mengalami penekanan	
Posisi benda uji setelah penekanan	

#### 4.3.4. Hasil Uji *Bending*

Hasil data uji *bending* dapat dilihat pada tabel 4.3.4., 4.3.4.1., 4.3.4.2, 4.3.4.3., 4.3.4.4., 4.3.4.5.

Tabel 4.3.4. Hasil data uji *bending* dengan 65A penetrasi, 95A *fill-capping* 4 layer 7 pass

N0	Arus Las	Jumlah Layer dan Pass	Benda Uji	Beban Maksimum Penekanan (Mpa)	Rata-Rata Beban (Mpa)
1			Benda Uji 1	53,00	
2	65A (penetrasi,)	4 layer 7	Benda Uji 2	53,09	
3	95A ( <i>fill-capping</i> )	pass	Benda Uji 3	49,21	50,58
4			Benda Uji 4	48,95	
5			Benda Uji 5	48,68	

Untuk melihat hasil uji *bending*, hasil uji *bending* dapat dilihat pada gambar 4.3.4.



Gambar 4.3.4. Hasil Uji *Bending* 4 Layer 7 Pass 95A

Tabel 4.3.4.1. Hasil data uji *bending* dengan 65A penetrasi, 95A *fill-capping* 4 layer 9 pass

N0	Arus Las	Jumlah Layer dan Pass	Benda Uji	Beban Maksimum Penekanan (Mpa)	Rata-Rata Beban (Mpa)
1			Benda Uji 1	17,64	
2	65A (penetrasi,)	4 layer 9 pass	Benda Uji 2	48,95	29,19
3	95A ( <i>fill-capping</i> )		Benda Uji 3	17,64	
4			Benda Uji 4	17,64	
5			Benda Uji 5	44,1	

Untuk melihat hasil uji *bending*, hasil uji *bending* dapat dilihat pada gambar 4.3.4.1.



Gambar 4.3.4.1. Hasil Uji *Bending* 4 Layer 9 Pass 95A

Tabel 4.3.4.2. Hasil data uji *bending* dengan 65A penetrasi, 115A *fill-capping* 4 layer 7 pass

N0	Arus Las	Jumlah Layer dan Pass	Benda Uji	Beban Maksimum Penekanan (Mpa)	Rata-Rata Beban (Mpa)
1			Benda Uji 1	57,85	
2	65A (penetrasi,)	4 layer 7 pass	Benda Uji 2	57,68	55,74
3	115A ( <i>fill-</i>		Benda Uji 3	57,33	
4	<i>capping</i> )		Benda Uji 4	52,92	
5			Benda Uji 5	52,92	

Untuk melihat hasil uji *bending*, hasil uji *bending* dapat dilihat pada gambar 4.3.4.2.



Gambar 4.3.4.2. Hasil Uji *Bending* 4 Layer 7 Pass 115A

Tabel 4.3.4.3. Hasil data uji *bending* dengan 65A penetrasi, 115A *fill-capping* 4 layer 9 pass

N0	Arus Las	Jumlah Layer dan Pass	Benda Uji	Beban Maksimum Penekanan (Mpa)	Rata-Rata Beban (Mpa)
1			Benda Uji 1	61,74	
2	65A (penetrasi,)	4 layer 9 pass	Benda Uji 2	57,77	56,18
3	115A ( <i>fill-capping</i> )		Benda Uji 3	55,12	
4			Benda Uji 4	52,92	
5			Benda Uji 5	53,36	

Untuk melihat hasil uji *bending*, hasil uji *bending* dapat dilihat pada gambar 4.3.4.3.



Gambar 4.3.4.3. Hasil Uji *Bending* 4 Layer 9 Pass 115A

Tabel 4.3.4.4. Hasil data uji *bending* dengan 65A penetrasi, 125A *fill-capping* 4 layer 7 pass

N0	Arus Las	Jumlah Layer dan Pass	Benda Uji	Beban Maksimum Penekanan (Mpa)	Rata-Rata Beban (Mpa)
1			Benda Uji 1	66,59	
2	65A (penetrasi,)	4 layer 7 pass	Benda Uji 2	66,85	63,92
3	125A ( <i>fill-</i>		Benda Uji 3	62,26	
4	<i>capping</i> )		Benda Uji 4	62,09	
5			Benda Uji 5	61,82	

Untuk melihat hasil uji *bending*, hasil uji *bending* dapat dilihat pada gambar 4.3.4.4.



Gambar 4.3.4.4. Hasil Uji *Bending* 4 Layer 7 Pass 125A

Tabel 4.3.4.5. Hasil data uji *bending* dengan 65A penetrasi, 125A *fill-capping* 4 *layer* 9 pass

N0	Arus Las	Jumlah <i>Layer</i> dan Pass	Benda Uji	Beban Maksimum Penekanan (Mpa)	Rata-Rata Beban (Mpa)
1			Benda Uji 1	40,13	
2	65A (penetrasi,)	4 <i>layer</i> 9 pass	Benda Uji 2	39,86	37,39
3	125A ( <i>fill-</i>		Benda Uji 3	35,98	
4	<i>capping</i> )		Benda Uji 4	35,63	
5			Benda Uji 5	35,36	

Untuk melihat hasil uji *bending*, hasil uji *bending* dapat dilihat pada gambar 4.3.4.5.



Gambar 4.3.4.5. Hasil Uji *Bending* 4 *Layer* 9 Pass 125A

#### 4.4. Analisis Hasil Uji *Bending*

Pada analisis hasil uji *bending* penelitian ini, mengikuti parameter yang digunakan adalah penggunaan arus las, jumlah *layer* dan pass. Pada tabel 4.3.4.1. menunjukkan bahwa arus las 65A penetrasi dan 95A *fill-capping* dengan 4 *layer* 7 pass pada benda uji 2 mempunyai beban maksimum penekanan paling tinggi

adalah 53,09 Mpa dan pada benda uji 5 mempunyai beban maksimum penekanan paling rendah adalah 48,68 Mpa. Pada benda uji 1 dan 5 ini dengan arus las 65A penetrasi dan 95A *fill-capping* 4 layer 7 pass Memiliki beban maksimum yang berbeda, dikarenakan pengaruh penetrasi yang kurang baik, beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 2 adalah 53,09 Mpa dan beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 5 adalah 48,68 Mpa. Hal ini menyebabkan pada saat pengujian *bending* benda uji 2 dan 5 memiliki beban maksimum yang berbeda dan menunjukkan bahwa benda uji 2 memiliki beban maksimum tertinggi dan benda uji 5 memiliki beban maksimum yang paling terendah karena hasil penetrasi yang dihasilkan kurang baik. Pada tabel 4.3.4.1. menunjukkan bahwa arus las 65A penetrasi dan 95A *fill-capping* dengan 4 layer 7 pass dapat dilihat dari hasil pengujian *bending* tidak ada masalah dan hasil penekanan uji *bending* pada benda uji dapat diterima.

Pada tabel 4.3.4.2. menunjukkan bahwa 4 layer 9 pass dengan arus las 65A penetrasi dan 95A *fill-capping* Pada benda uji 1 mempunyai beban maksimum penekanan paling rendah adalah 17,64 Mpa, dan pada benda uji 2 mempunyai beban maksimum penekanan paling tinggi adalah 48,95 Mpa. Pada benda uji 1 dan 2 ini dengan arus las 65A penetrasi dan 95A *fill-capping* 4 layer 9 pass, memiliki beban maksimum yang berbeda dikarenakan pengaruh penetrasi yang kurang baik, beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 1 adalah 17,64 Mpa dan beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 2 adalah 48,95 Mpa. Hal ini menyebabkan pada saat pengujian *bending* benda uji 1 dan 2 memiliki beban maksimum berbeda dan dampak yang dihasilkan pada saat pengujian *bending* adalah patah dan retak sehingga hasil penekanan uji *bending* tidak dapat digunakan. Hasil penetrasi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil *capping* dan penetrasi dengan arus las 65A penetrasi, 95A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p data-bbox="507 474 614 510"><i>capping</i></p> <p data-bbox="481 526 639 562">Benda Uji 2</p> 	<p data-bbox="1050 474 1166 510"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="1027 526 1185 562">Benda Uji 1</p> 
<p data-bbox="427 810 695 846">Penetrasi Yang Baik</p> <p data-bbox="306 862 815 898">Benda Uji 2 Timbulnya Hasil Penetrasi</p>	<p data-bbox="960 801 1257 837">Penetrasi Kurang Baik</p> <p data-bbox="874 855 1342 891">Benda Uji 1 Tidak Timbulnya Hasil</p>
	
<p data-bbox="507 1249 614 1285"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="481 1301 639 1337">Benda Uji 5</p> 	<p data-bbox="1050 1258 1166 1294"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="1027 1310 1185 1346">Benda Uji 2</p> 
<p data-bbox="411 1653 708 1688">Penetrasi Kurang Baik</p> <p data-bbox="328 1704 798 1740">Benda Uji 5 Tidak Timbulnya Hasil</p>	<p data-bbox="970 1644 1244 1680">Penetrasi Yang Baik</p> <p data-bbox="852 1697 1362 1733">Benda Uji 2 Timbulnya Hasil Penetrasi</p>
	

Hasil pengujian *bending* beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 95A *fill-capping* dapat dilihat pada tabel 4.4.1.

Tabel 4.4.1. Hasil uji *bending* beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 95A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
Beban Tertinggi = 53,09 Mpa	Beban Tertinggi = 48,95 Mpa
<p>Benda Uji 2</p> 	<p>Benda Uji 2</p> 
Beban Terendah = 48,68 Mpa	Beban Terendah = 17,64 Mpa
<p>Benda uji 5</p> 	<p>Benda Uji 1</p> 

Pada tabel 4.3.4.3. menunjukkan bahwa 4 layer 7 pass dengan arus las 65A penetrasi dan 115A *fill-capping* pada benda uji 1 mempunyai beban maksimum penekanan paling tinggi adalah 57,85 Mpa, dan pada benda uji 4 mempunyai beban maksimum penekanan paling rendah adalah 52,92 Mpa. Pada benda uji 1

dan 4 dengan arus las 65A penetrasi dan 115A *fill-capping* 4 layer 7 pass memiliki beban maksimum yang berbeda dikarenakan pengaruh penetrasi yang kurang baik, beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 1 adalah 57,85 Mpa, beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 4 adalah 52,92 Mpa. Hal ini menyebabkan pada saat pengujian *bending* benda uji 1 memiliki beban maksimum yang tertinggi dan pada benda uji 4 memiliki beban maksimum yang terendah. Pada tabel 4.3.4.3. menunjukkan bahwa arus las 65A penetrasi dan 115A *fill-capping* dengan 4 layer 7 pass dapat dilihat dari hasil pengujian *bending* tidak ada masalah dan hasil penekanan uji *bending* pada benda uji dapat diterima.

Pada tabel 4.3.4.4. menunjukkan bahwa 4 layer 9 pass dengan arus las 65A penetrasi dan 115A *fill-capping* pada benda uji 4 mempunyai beban maksimum penekanan paling rendah adalah 52,92 Mpa, dan pada benda uji 1 mempunyai beban maksimum penekanan paling tinggi adalah 61,74 Mpa. Pada benda uji 1 dan 4 ini dengan arus las 65A penetrasi dan 115A *fill-capping* 4 layer 9 pass memiliki beban maksimum yang berbeda dikarenakan pengaruh penetrasi yang kurang baik, beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 1 adalah 61,74 Mpa, beban maksimum yang didapatkan pada benda uji 4 adalah 52,92 Mpa. Hal ini menyebabkan pada saat pengujian *bending* benda uji 1 dan 4 memiliki beban maksimum yang berbeda dan menunjukkan bahwa benda uji 1 memiliki beban maksimum yang paling tertinggi dan benda uji 4 memiliki beban maksimum terendah karena hasil *capping* kurang rapat, sehingga terjadi celah pada *capping* pengelasan. Hasil *capping* dan penetrasi dapat dilihat pada tabel 4.4.2.

Tabel 4.4.2. Hasil *capping* dan penetrasi dengan arus las 65A penetrasi, 115A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p><i>Capping</i> Benda Uji 1</p> 	<p><i>Capping</i> Benda Uji 1</p> 

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p data-bbox="427 421 695 454">Penetrasi Yang Baik</p> <p data-bbox="308 472 815 506">Benda Uji 1 Timbulnya Hasil Penetrasi</p> 	<p data-bbox="975 421 1243 454">Penetrasi Yang Baik</p> <p data-bbox="855 472 1362 506">Benda Uji 1 Timbulnya Hasil Penetrasi</p> 
<p data-bbox="504 775 619 808"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="355 826 767 860">Benda Uji 4 <i>capping</i> yang rapat</p> 	<p data-bbox="1051 792 1166 826"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="887 844 1331 878">Benda Uji 4 <i>capping</i> kurang rapat</p> 
<p data-bbox="416 1133 707 1167">Penetrasi Kurang Baik</p> <p data-bbox="304 1184 818 1267">Benda Uji 4 Adanya Lobang Pada Hasil Penetrasi</p> 	<p data-bbox="951 1151 1267 1184">Penetrasi Kurang Baaik</p> <p data-bbox="871 1202 1347 1285">Benda Uji 4 T idak Timbulnya Hasil Penetrasi</p> 

Hasil uji *bending* beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 115A *fill-capping* dapat dilihat pada tabel 4.4.3.

Tabel 4.4.3. Hasil uji *bending* beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 115A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
Beban Tertinggi = 57,85 Mpa	Beban Tertinggi = 61,74 Mpa
Benda Uji 1 	Benda Uji 1 
Beban Terendah = 52,92 Mpa	Beban Terendah = 52,92 Mpa
Benda Uji 4 	Benda Uji 4 

Pada tabel 4.3.4.5. menunjukkan bahwa 4 *layer* 7 pass dengan arus las 65A penetrasi dan 125A *fill-capping* pada benda uji 5 mempunyai beban maksimum penekanan paling rendah adalah 61,82 Mpa, dan pada benda uji 2 mempunyai beban maksimum penekanan paling tinggi adalah 66,85 Mpa, benda uji 2 dan 5 dengan arus las 65A penetrasi dan 125A *fill-capping* 4 *layer* 7 pass memiliki beban maksimum yang berbeda dikarenakan pengaruh penetrasi kurang baik, beban maksimum yang didapatkan pada benda uji 2 adalah 66,85 Mpa dan beban maksimum yang didapatkan pada benda uji 5 adalah 61,82 Mpa. Hal ini menyebabkan pada saat pengujian *bending* benda uji 2 dan 5 memiliki beban maksimum yang berbeda dan menunjukkan bahwa benda uji 2 memiliki beban maksimum tertinggi dan benda uji 5 memiliki beban maksimum terendah. Pada tabel 4.3.4.5. menunjukkan bahwa arus las 65A penetrasi dan 125A *fill-*

*capping* dengan 4 layer 7 pass dapat dilihat dari hasil pengujian *bending* tidak ada masalah dan hasil penekanan uji *bending* pada benda uji dapat diterima.

Pada tabel 4.3.4.6. menunjukkan bahwa 4 layer 9 pass dengan arus las 65A penetrasi dan 125A *fill-capping* pada benda uji 5 mempunyai beban maksimum penekanan paling rendah adalah 35,36 Mpa, dan pada benda uji 1 mempunyai beban maksimum penekanan paling tinggi adalah 40,13 Mpa. Pada benda uji 1 dan 5 ini dengan arus las 65A penetrasi dan 125A *fill-capping* 4 layer 9 pass memiliki beban maksimum yang berbeda dikarenakan pengaruh penetrasi yang kurang baik, beban maksimum yang didapatkan pada benda uji 1 adalah 40,13 Mpa dan beban maksimum yang di dapatkan pada benda uji 5 adalah 35,36 Mpa. Hal ini menyebabkan pada saat pengujian *bending* benda uji 1 dan 5 memiliki beban maksimum yang berbeda dan menunjukkan bahwa benda uji 1 memiliki beban maksimum tertinggi dan benda uji 5 memiliki beban maksimum terendah. Pada tabel 4.3.4.6. menunjukkan bahwa arus las 65A penetrasi dan 125A *fill-capping* dengan 4 layer 9 pass dapat dilihat dari hasil pengujian *bendingnya* tidak ada masalah dan hasil penekanan uji *bending* pada benda uji dapat diterima. Hasil *capping* dan penetrasi dapat dilihat pada tabel 4.4.4.

Tabel 4.4.4. Hasil *capping* dan penetrasi dengan arus las 65A penetrasi, 125A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p data-bbox="507 1518 619 1552" style="text-align: center;"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="483 1574 643 1608" style="text-align: center;">Benda Uji 2</p> 	<p data-bbox="1050 1518 1161 1552" style="text-align: center;"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="1026 1574 1185 1608" style="text-align: center;">Benda Uji 1</p> 

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
<p data-bbox="427 421 695 454">Penetrasi Yang Baik</p> <p data-bbox="308 472 815 506">Benda Uji 2 Timbulnya Hasil Penetrasi</p>  <p data-bbox="507 719 619 752"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="483 770 639 804">Benda Uji 5</p> 	<p data-bbox="975 421 1243 454">Penetrasi Yang Baik</p> <p data-bbox="855 472 1362 506">Benda Uji 1 Timbulnya Hasil Penetrasi</p>  <p data-bbox="1050 719 1161 752"><i>Capping</i></p> <p data-bbox="1026 770 1182 804">Benda Uji 5</p> 
<p data-bbox="416 1055 708 1088">Penetrasi Kurang Baik</p> <p data-bbox="328 1106 799 1140">Benda Uji 5 Tidak Timbulnya Hasil</p> <p data-bbox="501 1158 624 1191">Penetrasi</p> 	<p data-bbox="963 1061 1256 1095">Penetrasi Kurang Baik</p> <p data-bbox="876 1113 1347 1146">Benda Uji 5 Tidak Timbulnya Hasil</p> <p data-bbox="1048 1164 1171 1198">Penetrasi</p> 

.Hasil uji *bending* beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 125A *fill-capping* dapat dilihat pada tabel 4.4.5.

Tabel 4.4.5. Hasil uji *bending* beban tertinggi dan beban terendah dengan arus las 65A penetrasi, 125A *fill-capping*

4 layer 7 pass	4 layer 9 pass
Beban Tertinggi = 66,85 Mpa	Beban Tertinggi = 40,13 Mpa
Benda uji 2 	Benda uji 1 
Beban Terendah = 61,82 Mpa	Beban Terendah = 35,36 Mpa
Benda uji 5 	Benda uji 5 

Pada hasil analisis diatas mengikuti parameter yang digunakan adalah penggunaan arus las, jumlah *layer* dan *pass*, dapat diketahui bahwa hasil uji *bending* mengikuti parameter berdasarkan penggunaan arus las, jumlah *layer* dan *pass* dapat dilihat pada tabel 4.4.6. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa pada penelitian ini arus las yang paling baik digunakan adalah arus las 65A penetrasi, 125A *fill-capping* pada 4 *layer* 7 *pass* dengan beban penekanan tertinggi 66,85 Mpa dan beban penekanan terendah 17.64 Mpa

Tabel 4.4.6. Hasil uji *bending* mengikuti parameter berdasarkan penggunaan arus las, jumlah *layer* dan pass

Arus Las	Beban Penekanan (Mpa)			
	4 Layer 7 Pass		4 Layer 9 Pass	
	Tertinggi	Terendah	Tertinggi	Terendah
65A (Penetrasi), 95A ( <i>fill-Capping</i> )	53,09	48,68	48,95	17,64
65A (Penetrasi), 115A ( <i>fill-Capping</i> )	57,85	52,92	61,74	52,92
65A (Penetrasi), 125A ( <i>fill-Capping</i> )	66,85	61,82	40,13	35,36

Dari penelitian diatas bahwa proses pengelasan yang kurang baik seperti hasil penetrasi tidak sesuai dengan standar pengelasan akan berdampak pada kekuatan beban penekanan. Pada pengujian *bending* hasil beban penekanan tertinggi terjadi di arus las 65A penetrasi, 125A *fill-capping* dengan 4 *layer* 7 pass, dengan beban penekanan 66,85 Mpa dan hasil beban penekanannya dapat di terima. Beban terendah terjadi di arus las 65A penetrasi, 95A *fill-capping* 4layer 9 pass, dengan beban penekanan 17,64 Mpa dan hasil beban penekanannya tidak bisa di gunakan. Dampak yang menyebabkan beban penekanan menjadi rendah dari arus las 65A penetrasi, 95A *fill-capping*, 65A penetrasi, 115A *fill-capping*, 65A penetrasi, 125A *fill-capping* dengan masing-masing jumlah *layer* dan pass adalah 4 *layer* 7 pass dan 4 *layer* 9 pass adalah akibat penetrasi yang kurang baik.

Kekurangan pada penelitian ini adalah proses pemotongan benda uji dilakukan dengan api *brander* karena keterbatasan alat, yang seharusnya dilakukan dengan mesin gergaji potong. Hasil penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Oktavian Dwi Nata, dkk, Gustina Effrianti, dkk, Oka Wahyu, dkk, Awal Syahrani, dkk) memiliki nilai beban penekanan tertinggi. Pengaplikasian penelitian ini di kontruksi kapal, konstruksi jembatan, dan konstruksi sambungan baja lainnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Bedasarkan hasil analisis data yang sudah dilakukan mengenai pengaruh arus las dan jumlah *layer* dan pass menggunakan material baja ST37 pada pengelasan SMAW dengan pengujian *bending*, dapat disimpulkan bahwa:

Penggunaan variasi arus pengelasan 65A penetrasi, 95A, 115A, 125A *fill-capping* dengan jumlah *layer* dan pass 4 *layer* 7 pass dan 4 *layer* 9 pass dapat mempengaruhi hasil kekuatan beban penekanan bahwa dari hasil data yang didapatkan masing-masing variasi arus las jumlah *layer* dan pass mengalami perbedaan kekuatan beban penekanan dengan hasil beban penekanan terendah 17,64 Mpa dan tertinggi 66,85 Mpa atau meningkat 280%

#### 5.2. Saran

Pada penelitian ini hindari penggunaan jumlah *layer* dan pass yang banyak dan hindari penggunaan arus las yang kecil karena dapat menyebabkan kekuatan beban penekanan menjadi rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Audio Duana Putra and Subowo , "Pengaruh Variasi Jumlah Layer Pada Sambungan Las Smaw Dengan Elektroda E7016, Material Sa 36 Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Makro Etsa," Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Tugas Akhir TM145502, 2018.
- [2] Achmadi. (2021, Desember) Pengertian Las SMAW Shield Metal Arc Welding. [Online]. <http://www.pengelasan.net/pengertian-las-listrik-smaw-adalah/>
- [3] Joko Santoso, "Pengaruh Area Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018," *Jurnal Teknik Mesin UNES*, vol. III, pp. 206 - 220, September 2006.
- [4] Oktavian Dwi Nata, Muhamad Hidayat, and Sopyan Ali Rohman, "Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Material Ss400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Las Listrik," *Jurnal Teknik dan Sains*, vol. 2 Nomor 1, Januari 2021.
- [5] Gustina Effrianti, Imam Syofii, and Edi Setiyo, "Pengaruh Variasi Arus Listrik dan Jenis Kampuh Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Uji Bending Sambungan Baja St 37," *Skripsi*, Januari 2021.
- [6] Oka Wahyu, Harlin , and Imam Syofii, "Pengaruh Pengelasan SMAW Terhadap Uji Bending," *Skripsi*, Januari 2019.
- [7] Awal Syahrani, Alimuddin Sam, and Chairulnas , "Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490," *Jurnal Mekanikal*, p. 400, September 2019.
- [8] H Wiryosumarto, "Teknologi Pengelasan Logam," *Erlangga*, 2000.
- [9] Arifin Soetardjo, *Las Listrik dan Orogen*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 1997.
- [10] Harsono Wiryosumarto, "Teknologi Pengelasan Logam," *Erlangga*, 2000.
- [11] H. Wiryosumarto, "Teknologi Pengelasan Logam," *Erlangga*, 2000.
- [12] Widharto and Sri, *Inspeksi Teknik Buku 6*. Jakarta, Indonesia: Pradnya Paramita, 2007.
- [13] (2021, Agustus) [Online]. <https://gurulas.wordpress.com/materi-smaw-lanjut/>

- [14] Saputra and Hendi, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, vol. Vol.03, No.2, pp. hlm.91-93, 2014.
- [15] Arifin and S, *Las Listrik dan Ototen*. Jakarta, Indonesia: Ghalia, 1997.
- [16] Gemi Nastiti, Sri Handani, and B. Bandriyana, "Pengaruh Proses Oksidasi Pada Logam Paduan Zr-2,5nb Untuk Material Bioimplan," *Jurnal Fisika Unand*, vol. Vol 3, No. 4, no. ISSN 2302-8491, pp. 205-207, April 2014.
- [17] Suharto, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta, Indonesia: Rineka Cipta, 1991.
- [18] Daryanto, *Teknik Las*. Bandung: Alfabento, 2012.
- [19] Firmansyah. (2020, Juni) Bending Test: Pengertian, Jenis, Prosedur dan Acceptancenya. [Online]. <https://www.detech.co.id/bending-test/>
- [20] Firmansyah. (2020, June) Pengertian Bending Test, Jenis, Prosedur Acceptance Criteria. [Online]. <http://www.detech.co.id/bending-test/>
- [21] Khamid Abdul, "Rancang bangun alat uji bending dan hasil pengujian bahan besi cor," Universitas Negeri Diponegoro, Fakultas Teknik, Skripsi 2011.
- [22] Abdul Khamid, ""Rancang Bangun Alat Uji Bending dan Hasil Pengujian Bahan Besi Cor", " *Skripsi*, p. 9, 2011.
- [23] Oktavian Dwi Nata, Muhamad Hidayat, and Sopyan Ali Rohman, "Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Material SS400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Listrik," *Jurnal Teknik dan Sains*, vol. 2 Nomor 1, Januari 2021.
- [24] A. S., Darmawan, *Bahan Kuliah Pemilihan Bahan dan Proses*. Surakarta: UMS, 2001.
- [25] Hutari Syaputra, "Surface Roughness Baja St 37 Pada Proses Bubut Menggunakan Mata Pahat Karbida," *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, p. 26, September 2018.
- [26] H., Okumura, T., Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, 5th ed. Jakarta: Pradnya Paramita, 1991.
- [27] Oktavian Dwi Nata, Muhamad Hidayat, and Sopyan Ali Rohman, "Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Material Ss400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Listrik," *Jurnal*

*Teknik dan Sains*, vol. 2 Nomor 1, januari 2021.

- [28] Gustina Effrianti, Imam Syofii, and Edi Setiyo, "Pengaruh Variasi Arus Listrik Dan Jenis Kampuh Pada Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Uji Bending Sambungan Baja ST 37," *Skripsi*, Januari 2021.
- [29] Oka Wahyu, Harlin , and Imam Syofii, "Pengaruh Pengelasan Smaw Terhadap Uji Bending," *Skripsi*, Januari 2019.
- [30] Awal Syahrani, Alimuddin Sam, and Chairulnas , "Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490," *Jurnal Mekanikal*, p. 400, September 2019.



## LAMPIRAN 1

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

#### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Rahmat Maulid  
Tempat&Tanggal lahir : Lampung, 14 Juni 2000  
Alamat Rumah : Jln. Bima 2 Air Ruai,  
kec. Pemali Kabupaten Bangka,  
Prov. Bangka Belitung.  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Telp : -  
Hp : 081383059780  
E-mail : [maulidrahmat78@gmail.com](mailto:maulidrahmat78@gmail.com)



#### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 1 Air Ruai, Pemali Lulus Tahun 2012  
SMP Negeri 1 Pemali Lulus Tahun 2015  
SMK Negeri 2 Sungailiat Lulus Tahun 2018

#### 3. Riwayat Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 24 Januari 2022

  
Rahmat Maulid

**LAMPIRAN 2**  
**PROSES PENGUJIAN *BENDING***

