



**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH
PENGELASAN BAJA KARBON RENDAH TERHADAP
KETAHANAN PADA DAUN PINTU AIR IRIGASI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat dalam rangka penyelesaian studi
untuk mencapai gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

JIOFANI EXEL PRIAMBUDI

6416500054

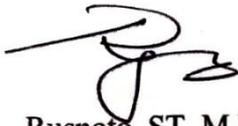
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2023

**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH
PENGELASAN BAJA KARBON RENDAH TERHADAP
KETAHANAN PADA DAUN PINTU AIR IRIGASI**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dipertahankan di hadapan sidang Dewan Penguji
Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pembimbing I



Rusnoto, ST, M.Eng
NIDN. 0604127401

Pembimbing II



Hadi Wibowo, MT
NIDN. 0616047101

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal

Hari :

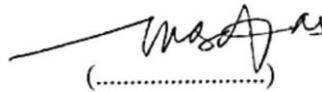
Tanggal :

Ketua Dewan Penguji
Ahmad Farid, S.T., M.T.
NIPY. 191511101978



(.....)

Penguji Utama
M. Agus Shidiq, S.T., M.T.
NIPY. 205621111978



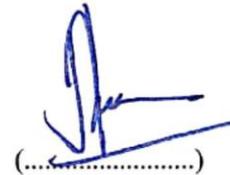
(.....)

Penguji I
Rusnoto, S.T., M.Eng.
NIPY. 14054121974



(.....)

Penguji II
Hadi Wibowo, S.T., M.T.
NIPY. 20651641971



(.....)

Disahkan

Dekaan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T.
NIPY. 126518101972

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH PENGELASAN BAJA KARBON RENDAH TERHADAP KETAHANAN PADA DAUN PINTU AIR IRIGASI**” ini dan isinya benar – benar merupakan karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dan karya saya, atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya.

Tegal, 22 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan



Jiofani Exel Priambudi
NPM. 6416500054

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

"Rahasia untuk maju adalah memulai"

–Mark Twain–

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan restunya
2. Seluruh dosen Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
3. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal

PRAKATA

Segala puji dan syukur selalu kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Pengelasan Baja Karbon Rendah Terhadap Ketahanan Pada Daun Pintu Air Irigasi*”

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari arahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Rusnoto, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I yang selalu meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan saranya selama ini.
3. Bapak Hadi Wibowo, MT selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabarnya mengarahkan penulis dan bimbingan selama ini.
4. Segenap Dosen dan Staff Fakultas Teknik Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
5. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa membimbing, mendidik dengan sabar dan penuh kasih sayang, serta doa yang tak pernah luput untuk penulis.
6. Seluruh rekan-rekan seperjuangan Fakultas Teknik Teknik dan Ilmu Komputer, terima kasih atas semua kebaikan yang tak bisa terbalas,
7. Semua pihak yang telah membantuku hingga laporan ini selesai, semoga mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan semoga hasil penelitian ini dapat berguna bagi peneliti khususnya serta para pembaca pada umumnya

ABSTRAK

JIOFANI EXEL PRIAMBUDI. 2022. *Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Pengelasan Baja Karbon Rendah Terhadap Ketahanan Pada Daun Pintu Air Irigasi.* Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal Tahun 2022

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh V groove, single bevel groove, double bevel groove terhadap kekuatan tarik, kekuatan impak dan kekuatan bending pada pengelasan baja karbon rendah melalui pengujian tarik, pengujian impak dan pengujian bending.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan dengan mencari hubungan sebab akibat antara faktor yang berpengaruh. Eksperimen dalam penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang variasi jenis kampuh pengelasan las SMAW terhadap baja st 30. Setelah itu dilakukan pengujian tarik, bending dan impak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengelasan baja karbon rendah, bentuk kampuh berpengaruh terhadap kekuatan tarik, impak dan bending. Hasil pengujian kekuatan tarik dengan menggunakan variasi kampuh V groove, single bevel groove dan double bevel groove menunjukkan bahwa kampuh double bevel groove memiliki kekuatan tarik lebih tinggi ($278,03 \text{ N/mm}^2$) dari pada kekuatan tarik V groove ($245,35 \text{ N/mm}^2$) dan kekuatan tarik single bevel groove ($207,31 \text{ N/mm}^2$). Hasil pengujian nilai impak dengan menggunakan variasi kampuh V groove, single bevel groove dan double bevel groove menunjukkan bahwa kampuh V groove memiliki nilai impak lebih besar ($0,141 \text{ J/mm}^2$) dari pada single bevel groove ($0,111 \text{ J/mm}^2$) dan double bevel groove ($0,099 \text{ J/mm}^2$). Hasil pengujian lengkung dengan menggunakan variasi kampuh V groove, single bevel groove dan double bevel groove menunjukkan bahwa kampuh V groove memiliki kekuatan terhadap open defect dan crack lebih besar dari pada single bevel groove dan double bevel groove. Hal ini dikarenakan kampuh V groove lebih kuat dalam menerima gaya tekan yang besar, serta lebih tahan terhadap kondisi beban statis

Kata Kunci : Kampuh, Uji tarik, impak, bending.

ABSTRACT

JIOFANI EXEL PRIAMBUDI. 2022. *Analysis of the Effect of Variations in Low Carbon Steel Welding Forms on the resistance of irrigation sluice gates.* Mechanical Engineering Study Program, Faculty of engineering and computer science, University of Pancasakti Tegal in 2022

The purpose of this study was to determine the effect of V groove seam, single bevel groove, double bevel groove on tensile strength, impact strength and bending strength in low carbon steel welding through tensile testing, impact testing and bending testing.

This research is an experimental research. This research was conducted by looking for a causal relationship between the influencing factors. The experiment in this study was carried out in a laboratory with completed conditions and equipment in order to obtain data on variations in the type of SMAW welding seam on st 30 steel of the E 6013 electrode. After that, tensile, bending and impact tests were carried out.

The results of the research show that in low carbon steel welding, the shape of the seam affects the tensile, impact and bending strength. The results of the tensile strength test using variations of V groove seam, single bevel groove and double bevel groove indicate that the double bevel groove seam has a higher tensile strength (278.03 N/mm²) than the V groove tensile strength (245.35 N/mm²) and tensile strength of single bevel groove (207.31 N/mm²). The results of testing the impact value using variations of V groove seam, single bevel groove and double bevel groove show that V groove seam has a greater impact value (0,141 J/mm²) than single bevel groove (0,111 J/mm²) and double bevel groove (0,099 J/mm²). The results of the bending test using variations of V groove seams, single bevel grooves and double bevel grooves indicate that V groove joints have greater strength against open defects and cracks than single bevel grooves and double bevel grooves. This is because the V groove seam is stronger in accepting large compressive forces, and is more resistant to static load conditions

Keyword : Seam, Tensile, impact, bending test.

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| JUDUL | i |
| PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| PRAKATA | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR GRAFIK | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Rumusan Masalah..... | 5 |
| C. Batasan Masalah | 5 |
| C. Tujuan Penelitian | 6 |
| D. Manfaat Penelitian | 6 |
| E. Sistematika Penulisan | 7 |
| | |
| BAB 2 LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Landasan Teori | 9 |
| 1. Teori Pegaruh Baja Karbon Rendah Terhadap Pengelasan | 9 |
| 2. Pengertian Pengelasan | 9 |
| 3. Teori Pengelasan | 12 |
| 4. Jenis-Jenis Pengelasan | 13 |
| 5. Elektroda Terbungkus | 16 |
| 6. Mesin Las Listrik Arus Searah (DC) | 17 |
| 7. Jenis Sambungan Las | 18 |
| 8. Baja Karbon | 22 |
| 9. Pengujian Material | 25 |
| B. Tinjauan Pustaka | 33 |
| | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | |
| A. Tahapan Penelitian | 37 |
| B. Waktu dan Tempat Penelitian | 38 |
| C. Instrumen Penelitian | 39 |
| D. Metode pengambilan Data | 40 |
| E. Populasi dan Sampel | 40 |
| F. Pelaksanaan Penelitian..... | 41 |
| G. Metode Analisis Data | 48 |
| H. Diagram Alur Penelitian | 51 |

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

| | |
|-------------------------------------|----|
| A. Hasil Penelitian | 52 |
| 1. Pengujian Tarik | 52 |
| 2. Pengujian Impak | 56 |
| 3. Pengujian Bending/Lengkung | 61 |
| B. Pembahasan | 62 |
| 1. Uji Tarik | 62 |
| 2. Uji Impak | 63 |
| 3. Uji Bending/Lengkung | 64 |

BAB 5 PENUTUP

| | |
|-------------------|----|
| A. Simpulan | 65 |
| B. Saran | 66 |

| | |
|-----------------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 67 |
|-----------------------------|----|

| | |
|-----------------------|----|
| LAMPIRAN | 69 |
|-----------------------|----|

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|----------------------------------|----|
| Tabel 2. 1. | Klasifikasi Baja Karbon | 25 |
| Tabel 3.1. | Waktu Penelitian | 39 |
| Tabel 3.2. | Lembar pengujian tarik | 50 |
| Tabel 3.3. | Lembar pengujian impact | 51 |
| Tabel 3.4. | Lembar pengujian bending | 51 |
| Tabel 4.1. | Pengolahan Data Uji Tarik | 55 |
| Tabel 4.2. | Pengolahan Data Uji Impact | 60 |
| Tabel 4.3. | Hasil Uji Lengkung | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1. | Elektroda Terbungkus | 17 |
| Gambar 2.2. | Mesin Las DC | 18 |
| Gambar 2.3. | Jenis Sambungan Las | 19 |
| Gambar 2.4. | Jenis Sambungan Sudut | 20 |
| Gambar 2.5. | Jenis Sambungan Tumpul | 20 |
| Gambar 2.6. | Sambungan Las Tumpang | 22 |
| Gambar 2.7. | Kurva tegangan-regangan dari sebuah benda uji baja ulet | 26 |
| Gambar 2.8. | Mesin uji tarik | 28 |
| Gambar 2.9. | Ilustrasi skematis pengujian impak dengan benda uji Charpy | 30 |
| Gambar 2.10. | Bentuk dan ukuran sampel metode Charpy | 32 |
| Gambar 2.11. | Ilustrasi pembebanan pada metode Charpy | 32 |
| Gambar 3.1. | Kampuh V | 41 |
| Gambar 3.2. | Kampuh bevel groove | 42 |
| Gambar 3.3. | Kampuh double bevel | 43 |
| Gambar 3.4. | Mesin Uji tarik | 45 |
| Gambar 3.5. | Spesimen uji tarik JIS Z 2204 2011 | 46 |
| Gambar 3.6. | Alat uji bending | 47 |
| Gambar 3.7. | Spesimen uji bending JIS Z 2248 2006 | 47 |
| Gambar 3.8. | Alat Penguji impak | 48 |
| Gambar 3.9. | Spesimen uji impak charpy JIS Z 2247 2005 | 48 |
| Gambar 3.10. | Diagram Alur Penelitian | 52 |

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hubungan antara Variasi Kampuh dengan Kekuatan Tarik56

Grafik 4.2. Hubungan antara Variasi Kampuh terhadap Nilai Impak61

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|--------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 | : Laporan Uji Tarik | 89 |
| Lampiran 2 | : Laporan Uji Impak | 101 |
| Lampiran 3 | : Laporan Uji Bending/Lengkung | 104 |

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar belakang Masalah

Perkembangan Ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan ini berpengaruh terhadap sektor perindustrian salah satunya adalah bidang konstruksi. Bidang konstruksi merupakan salah satu bidang yang paling banyak bersinggungan dengan pengelasan. Pengelasan banyak digunakan pada rangka-rangka, lantai, dan pondasi yang menggunakan baja ataupun besi. Pemilihan material dan teknik pengelasan menjadi faktor yang ikut menentukan hasil pengelasan yang baik.

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya.

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan.

Pengetahuan tentang pengelasan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara-cara pengelasan. Cara ini meliputi pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Las busur listrik atau pada umumnya disebut las listrik termasuk suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Jadi sumber panas pada las listrik ditimbulkan oleh busur api arus listrik, antara elektroda las dan benda kerja.

Benda kerja merupakan bagian dari rangkaian aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik. Sebagai bahan tambah dapat dipakai elektroda dengan fluksi atau elektroda yang berselaput fliks. Las listrik dengan elektroda logam, misalnya las listrik dengan elektroda berselaput, las listrik TIG (*Tungsten Inert Gas*), las listrik *submerged*.

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh logam las, kampuh las awalnya adalah berupa kubungan las yang kemudian diisi dengan logam las. Sambungan las dengan menggunakan alur kampuh dikategorikan kedalam sambungan las tumpul. Sambungan las tumpul adalah jenis sambungan paling efisien. Sambungan ini dibagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian.

Sambungan butt joint adalah jenis sambungan tumpul, dalam aplikasinya jenis sambungan ini terdapat berbagai macam jenis kampuh atau groove yaitu *V groove* (kampuh V), *single bevel*, *J groove*, *U Groove*, *Square Groove*. *T Joint* adalah jenis sambungan yang berbentuk seperti huruf T, tipe sambungan ini banyak diaplikasikan untuk pembuatan konstruksi atap, konveyor dan jenis konstruksi lainnya. Untuk tipe *groove*

juga terkadang digunakan untuk sambungan *fillet* adalah *double bevel*, namun hal tersebut sangat jarang kecuali pelat atau materialnya sangat tebal.

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan utama besi dan karbon dengan komposisi karbon <0,3%. Karbon dibawah 0,15% dinamakan *dead mild steel* yang banyak digunakan pada *sheet, strip, wire, ship plate*.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul “*Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Pengelasan Baja Karbon Rendah Terhadap Ketahanan Pada Daun Pintu Air Irigasi*”. Dalam hal ini peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang bersifat empiris mengenai pengaruh variasi bentuk kampuh pengelasan tersebut. Pintu air digunakan untuk membuka, mengatur dan menutup aliran air di saluran baik yang terbuka maupun yang tertutup.

Penggunaannya harus disesuaikan dengan debit air dan tinggi tekanan (selisih tinggi air) yang akan dilayaninya. Kebanyakan berbentuk empat persegi panjang. Penyebab kerusakan salah satunya yaitu korosi yang disebabkan kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Dalam bahasa sehari-hari, korosi disebut perkaratan. Contoh korosi yang paling lazim adalah perkaratan besi.

Selain korosi kerusakan yang terjadi pada pintu air juga di sebabkan oleh kesalahan para petani pengguna air saat pengoperasian pintu air. Saat ini sebagian besar pintu air yang terdapat di irigasi ataupun sungai di Indonesia masih menggunakan pintu air yang manual dalam pengoperasiannya, yang masih mengandalkan tenaga manusia. Dalam pengoperasian pintu air ini, pintu air hanya di buka atau di tutup secara manual oleh manusia dengan berdasarkan pantauan ketinggian air yang dilihat, hal tersebut sangat tidak efektif dan efisien.

Maka dari itu bagian bawah dari daun pintu air perlu direparasi yaitu dengan cara dipotong sebagian dari permukaan yang keropos atau mengalami kerusakan dan disambung dengan menggunakan plat yang sama tebalnya dengan cara disambung dengan las. Proses penelitian ini akan difokuskan pada pengelasan yang terdapat di pintu air yang keberadaannya banyak terjadi pengeroposan pada bagian bawahnya. Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari apakah dengan ditambahkan plat sabungan pada pintu air akan terjadi pembengkokan pada sisi bawah pintu air setelah diperlakukan sambungan pengelasan.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh bentuk kampuh V groove, single bevel groove, double bevel groove terhadap kekuatan tarik pengelasan baja karbon rendah pada daun pintu air irigasi.
2. Bagaimana pengaruh jenis kampuh V groove, single bevel groove, double bevel groove terhadap kekuatan dampak pengelasan baja karbon rendah pada daun pintu air irigasi.
3. Bagaimana pengaruh jenis kampuh V groove, single bevel groove, double bevel groove terhadap bending pengelasan baja karbon rendah pada daun pintu air irigasi.

C. Batasan Masalah

Berkenaan dengan judul penelitian serta rumusan masalah, pokok yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu menganalisa pengaruh variasi bentuk kampuh pengelasan baja karbon rendah terhadap ketahanan/kekuatan tarik, dampak dan bending pada daun pintu air irigasi.

Batasan masalah merupakan komponen yang diperlukan dalam sebuah penelitian, hal ini dikarenakan agar masalah yang diteliti lebih fokus dan tidak meluas atau bahkan menyimpang dari tujuan penelitian. Batasan dari penelitian ini adalah :

1. Pemilihan bahan yang digunakan adalah material baja karbon rendah ST 37.
2. Pengelasan yang akan digunakan jenis las SMAW DC.
3. Menggunakan arus 90 -110 Ampere.
4. Arus yang digunakan adalah DC
5. Dengan tegangan pada mesin las 22 – 28 Volt.
6. Jenis kampuh yang digunakan yaitu kampuh *V groove, single bevel groove, double bevel groove*.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh *V groove, single bevel groove, double bevel groove* terhadap kekuatan tarik pengelasan baja karbon rendah pada daun pintu air irigasi.
2. Untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh *V groove, single bevel groove, double bevel groove* terhadap kekuatan impak pengelasan baja karbon rendah pada daun pintu air irigasi.
3. Untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh *V groove, single bevel groove, double bevel groove* terhadap kekuatan bending pengelasan baja karbon rendah pada daun pintu air irigasi.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam berbagai aspek, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Manfaat secara teoritis

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan serta memperdalam wawasan mahasiswa dan memberi masukan bagi ilmu pengetahuan khususnya bidang ilmu teknologi pengelasan.
- b. Sebagai kontribusi hasil penelitian yang dapat dipelajari dan digunakan pijakan serta memperkaya referensi terkait penelitian lain yang relevan.

2. Manfaat secara praktis

- a. Bagi Peneliti, penelitian ini diharapkan menjadi penunjang untuk melatih kemampuan berfikir dan bersikap ilmiah secara logis, sistematis, dan terstruktur serta memberi pengetahuan mengenai pengaruh variasi bentuk Kampuh pengelasan baja karbon rendah.
- b. Bagi dunia usaha, memberikan kontribusi dan acuan tentang metode pengelasan.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan penelitian ini terbagi dalam lima bab. Adapun pembahasan masing-masing bab dijabarkan sebagai berikut:

Bab Satu merupakan pendahuluan yang menguraikan kerangka dasar penelitian yang berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah yang membantu pada batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

Bab Dua adalah landasan teori dan tinjauan pustaka. Landasan teori berfungsi sebagai pijakan ilmiah yang akan di pakai untuk menanalisis data penelitian. Landasan teori dalam penelitian ini meliputi: (1) Pengertian Pengelasan. (2) Teori Pengelasan (3) Jenis-jenis Pengelasan, dengan sub tema; (a) Las Busur Logam Gas, (b) Las Busur Renda, (c) Las Terak Listrik, (d) Las Busur Listrik, (e) Las Oksi Asetilen, (f) Las Busur Tungsten Gas Mulia, (g) Pengelasan Gesek (4) Elektroda Terbungkus, (5) Mesin Las Listrik Arus

Searah, (6) Jenis Sambungan Las, dengan sub tema; (a) Sambungan Tumpul, (b) Sambungan Sudut, (c) Sambungan Sisi, (d) Sambungan Tumpang (7) Baja Karbon, dengan sub tema; (a) Baja paduan rendah, (b) Baja Karbon Rendah, (c) Baja Karbon Sedang, (d) Baja Karbon Tinggi. (8) Pengujian Material, dengan sub tema; (a) Pengujian Tarik, (b) Pengujian Bending, (c) Pengujian Impact. Sedangkan tinjauan pustaka menjelaskan perbedaan, persamaan dan orisinalitas penelitian ini dengan penelitian yang lain serta pengembangan penelitian atas riset terdahulu.

Bab Tiga berisi tentang metode penelitian yang berfungsi sebagai cara untuk memperoleh data penelitian serta sistematika pembahasan yang menjelaskan alur kajian dalam penelitian.

Bab Empat adalah hasil penelitian dan pembahasan. Pada bab ini diuraikan data tentang hasil penelitian yang meliputi; (1) Pengujian Tarik, (2) Pengujian Bending/Lengkung, (3) Pengujian Impak. Kemudian dilanjutkan dengan pembahasan penelitian yang meliputi; (1) Uji Tarik, (2) Uji Lengkung/Bending, (3) Uji Impak.

Bab Lima yang merupakan bagian penutup. Bab ini berisi kesimpulan dan saran atas hasil pembahasan dari penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Teori pengaruh baja karbon rendah terhadap pengelasan

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Arifin, 1997).

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 90 – 110 A. Pengambilan Amper dimaksudkan sebagai pembanding dengan interval arus diatas.

2. Pengertian Pengelasan

Berdasarkan definisi *American Welding Society* (AWS,1997), pengelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan secara dengan atau tanpa menggunakan tekanan (*pressure*), hanya dengan tekanan (*pressure*), atau dengan tanpa menggunakan logam pengisi (*filler*). Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan

menggunakan panas (*heat*) atau dengan tekanan (*pressure*) atau keduanya. Logam pengisi (*filler metal*) dengan temperatur lebur yang sama dengan titik lebur dari logam induk dapat atau tanpa digunakan dalam proses penyambungan tersebut (*British Standards Institution, 1983*).

Pengelasan konvensional klasifikasi pengelasan dibagi menjadi 2 golongan; (1). Berdasarkan cara kerja las : las cair, las tekan, las patri dll (2). Berdasarkan sumber energi yang digunakan: las kimia, las listrik contoh SMAW dan GMAW, las mekanik dll. Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) atau las busur elektroda terbungkus sering disebut dengan nama las listrik.

Las SMAW merupakan proses penyambungan 2 buah logam yang sejenis atau lebih dengan menggunakan sumber panas listrik dengan menggunakan elektroda terbungkus sebagai bahan tambahan atau pengisi sehingga akan membuat sambungan tetap. Prinsip kerja las SMAW yaitu saat ujung elektroda didekatkan pada benda kerja terjadi panas listrik (busur listrik) yang membuat antara benda kerja dengan ujung elektroda terbungkus tersebut mencair secara bersamaan.

AWS (*American Welding Society*) menjelaskan bahwa prinsip dari SMAW adalah menggunakan panas dari busur untuk mencairkan logam dasar dan ujung sebuah consumable elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 23 - 45 Volt, dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 ampere yang umum digunakan berkisar antara 80–200 ampere. Dimana dalam proses SMAW dapat terjadi oksidasi, hal ini perlu dicegah karena oksidasi metal merupakan senyawa yang tidak mempunyai kekuatan mekanis.

Adapun untuk mencegah hal tersebut maka bahan penambah las dilindungi dengan selapis zat pelindung yang disebut fluks atau slag yang ikut mencair ketika pengelasan. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan metal yang dicairkan,

cairan fluks akan mengapung diatas cairan metal, sekaligus mengisolasi metal tersebut sehingga tidak beroksidasi dengan udara luar. Sewaktu membeku, fluks akan ikut membeku dan tetap melindungi metal dari reaksi oksidasi. Rangkaian dimulai dengan sumber daya listrik dan kabel termasuk pengelasan, pemegang elektroda, sambungan benda kerja, benda kerja (*Weldment*), dan elektroda las. Salah satu dari dua kabel dari sumber listrik terpasang ke bekerja, selebihnya melekat pada pemegang elektroda.

Keuntungan SMAW adalah proses las busur paling sederhana dan paling serba guna, karena sederhana dan mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya membuat proses SMAW ini mempunyai aplikasi luas, Las SMAW dapat dilakukan pada berbagai posisi atau lokasi yang dapat dijangkau dengan sebatang elektroda. Lokasi sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih dapat di las dengan cara membengkokkan elektroda.

Las SMAW digunakan untuk pengelasan berbagai macam logam ferrous. Kekurangan las SMAW laju pengisian lebih rendah dibandingkan proses pengelasan semi-otomatis, panjang elektroda tetap meskipun pengelasan dihentikan. pada pengelasan SMAW setelah sebatang elektroda terbakar habis putung elektroda yang tersisa terbuang dan waktu juga terbuang untuk mengganti elektoda, slag atau kerak yang terbentuk harus dihilangkan dari lapisan las sebelum lapisan berikutnya, langkah ini mengurangi keefisiensi pengelasan hingga sekitar 50 %. Asap dan gas yang terbentuk merupakan masalah bagi lingkungan sekitar area pengelasan.

3. Teori Pengelasan

Chrome Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan, atau dapat didefinisikan sebagai akibat dari metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. Sebelum

atom-atom tersebut membentuk ikatan permukaan yang akan menjadi satu perlu bebas dari gas yang terserap atau oksida-oksida.

Bila permukaan yang rata dan bersih ditekan, beberapa kristal akan tertekan dan bersinggungan. Bila tekanan diperbesar daerah singgungan ini bertambah luas. Lapisan oksida yang luas, rapuh, pecah logam mengalami deformasi plastis. Batas antara dua permukaan kristal dapat menjadi satu dan terjadilah sambungan yang disebut pengelasan dingin. Ada empat cara yang dapat ditempuh untuk memanaskan logam pada penyambungan, yaitu :

- a. Pencelupan benda yang akan disambung dalam logam pengisi atau fluks cair. Bila dicelupkan dalam fluks cair dalam suhu yang cukup tinggi untuk mencairkan logam pengisi, benda-benda yang akan disambung harus dijepit dengan jig dan sela sudah terisi paduan patri.
- b. Mematri dengan menggunakan dapur, disini benda dijepit dan dimasukkan dalam dapur dengan lingkungan yang terkendali pada suhu pencairan logam patri. Pemanasan dapur dapat dengan listrik atau gas, dapur satuan atau kontiniu.
- c. Mematri dengan nyala, adalah sama dengan pengelasan oksiasitelin. Panas berasal dari nyala oksiasitelin atau oksihidrogen dan logam pengisi dalam bentuk kawat dicairkan pada celah sambungan. Fluks ditambahkan dengan cara mencelupkan kawatnya.
- d. Pada patri listrik panas berasal dari tahanan induksi atau busur.

4. Jenis-jenis Pengelasan

- a. Las Busur Logam Gas (*Gas Metal Arc Welding/MIG*).

GMAW merupakan proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan.

b. Las Busur Rendam (*Submerged Arc Welding/SAW*)

Las busur rendam merupakan proses pengelasan dimana busur listrik dan logam cair tertutup oleh lapisan serbuk fluks, sedangkan kawat pengisi (*filler*) diumpankan secara kontinyu. Pengelasan ini dilakukan secara otomatis dengan arus listrik antara 500 – 2000 ampere.

c. Las Terak Listrik (*Electroslag Welding*)

Las terak listrik merupakan proses pengelasan dimana energi panas untuk melelehkan logam dan logam pengisi (*filler*) berasal dari terak yang berfungsi sebagai tahanan listrik ketika terak tersebut dialiri listrik. Pada awal pengelasan, fluks dipanasi oleh busur listrik yang mengenai dasar sambungannya. Kemudian logam las terbentuk pada arah vertikal sebagai hasil dari campuran antara bagian sisi dari logam induk dengan logam pengisi (*filler*) cair. Proses pencampuran ini berlangsung sepanjang alur sambungan las yang dibatasi oleh plat yang didinginkan dengan air (*filler*) dan logam yang dilas. Las ini disebut juga metal inert gas (MIG), karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair.

d. Las Busur Listrik

Las busur listrik adalah cara pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas untuk mencairkan logam. Klasifikasi las busur listrik yang digunakan hingga saat ini dalam proses pengelasan adalah las elektroda terbungkus. Prinsip pengelasan las busur listrik adalah sebagai berikut : arus listrik yang cukup padat dan tegangan rendah, bila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif, akan menghasilkan loncatan elektroda yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi mencapai suhu 5000 mencairkan kedua logam tersebut.

Proses pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat maupun las dari logam, dapat dikatakan bahwa butiran logam cair yang halus mempunyai sifat mampu las yang

baik. Sedangkan proses pemindahan cairan, sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda berguna sebagai zat pelindung yang sewaktu pengelasan ikut mencair. Tetapi, karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan logam yang dicairkan, maka cairan fluks tersebut mengapung di atas cairan logam dan membentuk terak sebagai penghalang oksidasi.

e. Las Oksi Asetilen (*Oxyacetylene Welding*)

Pada las Oxyacetylene, panas dihasilkan dari reaksi pembakaran antar gas acetylene dan oksigen. Nyala yang dihasilkan terdiri dari dua daerah/zona, yaitu : daerah pembakaran primer (primary combustion) dan daerah pembakaran sekunder. Pada daerah pembakaran primer, menghasilkan panas sekitar 1/3 dari total panas pembakaran sempurna. Sedangkan pada daerah pembakaran sekunder, terjadi setelah pembakaran primer berlangsung.

f. Las Busur Tungsten Gas Mulia (*Gas Tungsten Arc Welding/GTAW*)

GTAW merupakan proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda yang terbuat dari wolfram/tungsten dan logam yang dilas. Pada pengelasan ini, logam induk tidak ikut terumpan. Untuk melindungi elektroda dan daerah las, digunakan gas mulia (argon atau helium). Sumber arus yang digunakan bisa AC (arus bolak – balik) ataupun DC (arus searah).

g. Pengelasan Gesek (*Friction Stir Welding*)

Friction Stir Welding merupakan proses penyambungan logam dengan memanfaatkan energi panas yang diakibatkan oleh gesekan antara dua material.

5. Elektroda Terbungkus

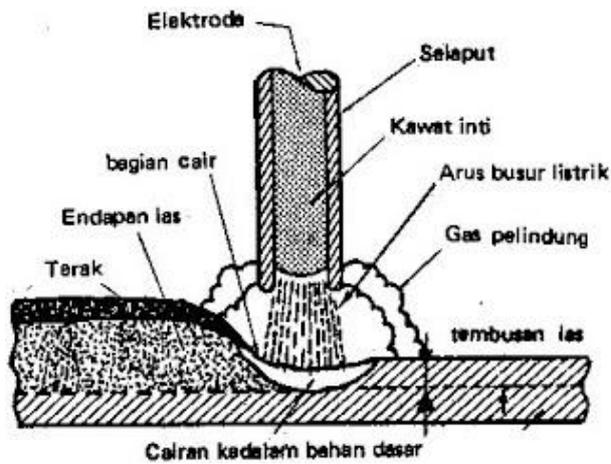
Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah.

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 6013 adalah serbuk besi dan hidrogen rendah. Jenis ini kadang disebut jenis kapur. Jenis ini menghasilkan sambungan dengan kadar hidrogen rendah sehingga kepekaan sambungan terhadap retak sangat rendah, ketangguhannya sangat memuaskan. Arti kode kawat las E6013, Huruf E menunjukkan elektroda untuk jenis las SMAW. Kode dua digit pertama E60xx menunjukkan kekuatan tariknya dalam Ksi (*kilopound-square-inch*). Angka 60 berarti kekuatan tariknya 60 ksi, kalau dibaca dalam ukuran 'psi (*pound square inch*)' sama dengan 60000 psi, dimana 1 Ksi = 1000psi. Kode digit ketiga Exx1x (angka 1) adalah posisi pengelasan, dalam hal ini kode angka 1 untuk semua posisi. Kode digit keempat Exxx3 (angka 3) menunjukkan jenis fluks (salutan, pembungkus).

Diameter elektroda merupakan parameter pengelasan yang juga perlu diperhatikan hal ini dikarenakan semakin kecil diameter kawat yang digunakan maka arus yang digunakan juga semakin kecil. Hal yang kurang menguntungkan adalah busur listriknya kurang mantap, sehingga butiran yang dihasilkan agak besar dibandingkan jenis lain.

Dalam pelaksanaan pengelasan memerlukan juru las yang sudah berpengalaman. Sifat mampu las fluks ini sangat baik maka biasa digunakan untuk konstruksi yang memerlukan tingkat pengaman tinggi.



Gambar 2.1. Elektroda Terbungkus
(Sumber : Tekniklas smkn2plp,2012)

6. Mesin Las Listrik Arus Searah (DC)

Mesin ini mengubah arus listrik bolak-balik (AC) yang masuk, menjadi arus listrik searah (DC) keluar. Pada mesin AC, kabel masa dan kabel elektroda bisa ditukarkan tanpa mempengaruhi perubahan panas yang timbul pada busur nyala.

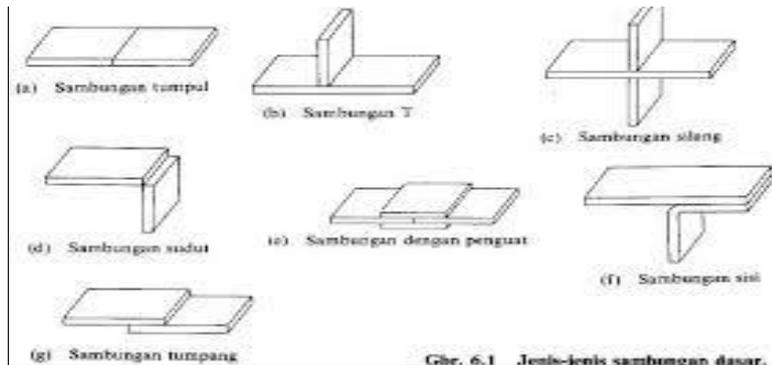


Gambar 2.2. Mesin Las DC
(Sumber : Dokumen Pribadi)

7. Jenis Sambungan Las

Penyambungan dalam pengelasan diperlukan untuk meneruskan beban atau tegangan diantara bagian – bagian yang disambung. Oleh karena itu, sambungan las paling tidak juga memiliki kekuatan yang sama dengan bagian yang disambung. Untuk

menyambung dua komponen logam diperlukan berbagai jenis kampuh sambungan. Pada kampuh ini selanjutnya logam tambahan diberikan sehingga terdapat kesatuan antara komponen – komponen yang disambung. Sambungan las pada konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang seperti dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 2.3. Jenis Sambungan Las
(Sumber :Yulistiawatan, 2016)

Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut di atas terjadi sambungan silang, sambungan penguat dan sambungan sisi. Jenis sambungan tergantung dari berbagai faktor seperti ukuran dan bentuk batang yang akan membentuk sambungan, tipe pembebanan, besarnya luas sambungan yang akan dilas dan biaya relatif untuk berbagai macam sambungan las. Ada lima jenis sambungan dasar dalam pengelasan meskipun dalam prakteknya dapat ditemukan banyak variasi dan kombinasinya adalah:

a. Sambungan Tumpul (*Butt Joint*)

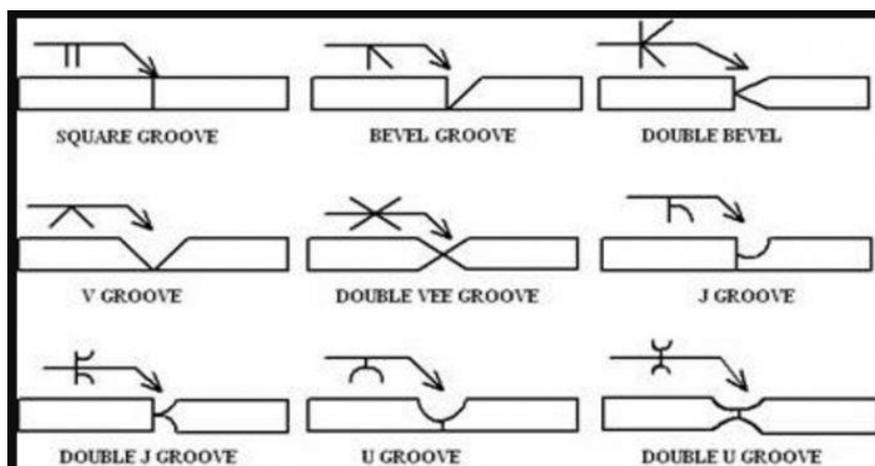
Sambungan tumpul adalah sambungan yang paling efisien. Bentuk alur sambungan ini sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan pengerjaan. Karena pemilihan alur sangat penting, dimana bentuk alur dan sambungan datar ini sudah banyak distandarkan dalam standar AWS, BN, DIN, GOST, JSSC dan lain-lain.

Sambungan tumpul digunakan untuk menyambung ujung-ujung plat yang datar dengan ketebalan yang sama atau hampir sama, biasanya divariasikan pada alur atau kampuh. Jenis kampuh sambungan tumpul (butt joint) dapat dilihat pada gambar. dapat dilakukan karena sempitnya ruang, maka pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus atau pengelasan dengan plat pembantu.

Sambungan sudut digunakan untuk membentuk penampang box segi empat terangkai seperti untuk balok baja yang membutuhkan ketahanan terhadap torsi yang tinggi. Sambungan sudut dijelaskan pada gambar berikut :

| | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--|--|--|--|--|--|---|
| Lasan dengan alur | Lasan penetrasi penuh | | | | | | | |
| | Lasan penetrasi sebagian | | | | | | | |
| Gabungan lasan dengan alur dan las sudut | | | | | | | | - |
| Las sudut | | | | | | | | |

Gambar 2.4. Jenis Sambungan Sudut
(Sumber :Yulistiawatan, 2016)



Gambar 2.5. Jenis Sambungan Tumpul
(Sumber : Mega Perkakas Abadi, 2020)

b. Sambungan Sudut (*Corner Joint*)

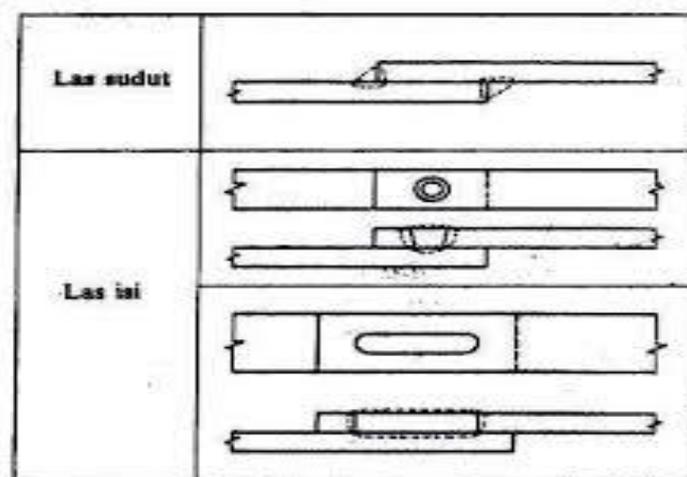
Dalam sambungan ini dapat terjadi penyusutan dalam arah tebal plat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada plat tegak.

c. Sambungan Sisi (*Edge Point*)

Sambungan sisi dibagi dalam sambungan las dengan alur dan sambungan las ujung. Untuk jenis yang pertama pada platnya harus dibuat alur, sedangkan pada dua jenis pengelasan dilakukan pada ujung plat tanpa ada alur. Sambungan ini digunakan untuk menjaga dua atau lebih plat agar tetap pada satu bidang tertentu ataupun untuk mempertahankan kedudukan seperti semula.

d. Sambungan Tumpang (*Lap Joint*)

Sambungan tumpang merupakan sambungan yang jarang sekali digunakan dalam pelaksanaan sambungan konstruksi utama dikarenakan sambungan ini memiliki efisiensi yang rendah. Sambungan tumpang biasanya dilaksanakan dengan las sudut dan las sisi. Sambungan Tumpang (*Lap Joint*) biasanya digunakan untuk menyambung plat yang memiliki ketebalan berbeda, kelebihan sambungan ini adalah tidak membutuhkan kampuh atau alur.



Gambar 2.6. Sambungan Las Tumpang
(Sumber :Yulistiawatan, 2016)

8. Baja Karbon

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, oleh karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang mengandung kadar karbon 0,3% - 0,6% dan baja karbon tinggi mengandung kadar karbon 0,6% - 1,7%. Bila kadar karbon naik, maka kekuatan dan kekerasannya juga bertambah tinggi tetapi perpanjangannya menurun.

a. Baja paduan rendah

Baja paduan rendah adalah baja paduan yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Baja paduan banyak digunakan untuk kapal, jembatan, roda kerta api, ketel uap, tangki-tangki dan dalam permesinan. Baja paduan rendah dibagi menurut sifatnya yaitu baja tahan suhu rendah, baja kuat dan baja tahan panas.

- 1) Baja tahan suhu rendah. Baja ini mempunyai kekuatan tumbuk yang tinggi dan suhu transisi yang rendah, karena itu dapat digunakan dalam konstruksi untuk suhu yang lebih rendah dari suhu biasa.
- 2) Baja kuat. Baja ini dibagi dalam dua kelompok yaitu kekuatan tinggi dan kelompok ketangguhan tinggi. Kelompok kekuatan tinggi mempunyai sifat mampu las yang baik karena kadar karbonnya rendah. Kelompok ini sering digunakan dalam konstruksi las. Kelompok yang kedua mempunyai ketangguhan dan sifat mekanik yang sangat baik. Kekuatan tarik untuk baja kuat berkisar antara 50 sampai 100 kg/mm².

3) Baja tahan panas adalah baja paduan yang tahan terhadap panas, asam dan mulur.

Baja tahan panas yang terkenal adalah baja paduan jenis Cr-Mo yang tahan pada suhu 6000C. Pengelasan yang banyak digunakan untuk baja paduan rendah adalah las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Perubahan struktur daerah las selama pengelasan, karena adanya pemanasan dan pendinginan yang cepat menyebabkan daerah HAZ menjadi keras. Kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah HAZ.

b. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon dibawah 0,3%. Baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (mild steel) atau baja perkakas. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis cold roll steel dengan kandungan karbon 0,08% - 0,3% yang biasa digunakan untuk body kendaraan.

c. Baja Karbon Sedang

Baja Karbon Menengah (Medium Carbon Steel) mengandung karbon antara 0,30% - 0,60% C. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

d. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan baja karbon sedang, yakni memiliki kandungan karbon 0,6% - 1,7%. Pada umumnya, baja karbon tinggi lebih sukar dalam proses pengelasan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan sedang, karena keuletan yang berkurang dan sukar dibentuk.

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon

| Jenis | Kadar karbon (%) | Kek. Luluh (Kg/mm ²) | Kek.Tarik (Kg/mm) | Kek. Brinel | Penggunaan |
|---------------------|------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|---|
| Baja Karbon Rendah: | | | | | |
| Baja Lunak Khusus | 0,08 | 18-28 | 32-36 | 95-100 | Pelat Tipis Batang, Kawat Konstruksi Umum |
| Baja Sangat Lunak | 0,08-0,12 | 20-29 | 36-42 | 80-120 | |
| Baja Lunak | 0,12-2,0 | 22-30 | 38-48 | 100-130 | |
| Baja Setengah Lunak | 2,0-0,3 | 22-30 | 44-45 | 112-145 | |
| Baja Karbon Sedang | 0,3-0,5 | 30-40 | 50-60 | 140-170 | Alat- Alat Mesin |
| Baja Karbon Tinggi: | | | | | |
| Baja keras | 0,5-0,6 | 34-46 | 58-70 | 160-200 | Rel, Pegas, perkakas, Kawat piano |
| Baja Sangat Keras | 0,6-0,8 | 36-47 | 36-47 | 180-235 | |

(Sumber : Yulistiawan, 2016)

9. Pengujian Material

Ada beberapa cara metode pengujian material yang dilakukan, dan pada bagian ini akan diuraikan beberapa metode pengujian tersebut.

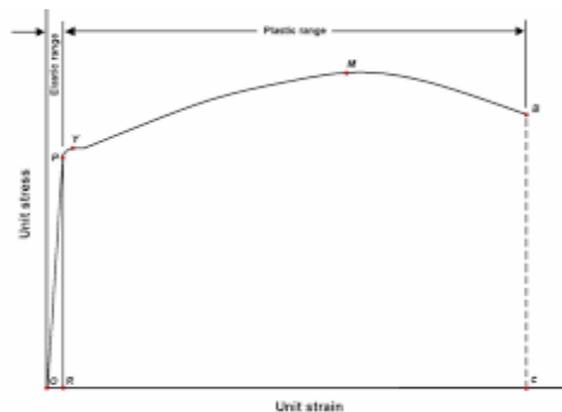
a. Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw materials. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji

adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan- regangan.



Gambar 2.7. Kurva tegangan-regangan dari sebuah benda uji baja ulet
(Sumber : Teknik Metalurgi dan Material Logam, 2018)

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan- regangan.

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji dilakukan dengan menggunakan penghitungan sebagai berikut :

a. Nilai kuat tarik

$$\sigma = \frac{P \max}{A_0}$$

σ = Nilai kuat tarik las

$P \max$ = Bahan tarik maksimum

A_0 = Nilai luas penampang

b. Nilai luas penampang

$$A_0 = T \times L$$

A_0 = Nilai luas penampang

T = Tebal

L = Lebar

c. Nilai rata-rata = $\frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Banyak data}}$

Nilai rata-rata = Nilai rata-rata uji kuat tarik

Jumlah Nilai = Jumlah nilai kuat tarik spesimen

Banyak Data = Banyaknya data spesimen

Uji tarik suatu material dapat dilakukan dengan menggunakan universal testing machine seperti pada gambar :



Gambar 2.8. Mesin uji tarik
(Sumber : Laperind Tegal)

b. Pengujian Bending

Untuk mengetahui kekuatan bending suatu material dapat dilakukan dengan pengujian bending terhadap material tersebut. Kekuatan bending atau kekuatan lengkung adalah tegangan terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar

tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Pada pengujian bending, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan dan spesimen bawah akan mengalami tegangan tarik. Hal ini menyebabkan deformasi kelengkungan akibat penekanan, pada material spesimen akan mengalami patahan namun terjadi pembebanan yang bisa menyebabkan keretakan baik pada daerah sambungan lasan atau antara plat dan sambungan las Untuk mencari tegangan bending dan modulus elastisitas bending yaitu dengan menggunakan mesin uji bending yang dilakukan di laboratorium Lingkungan Industri Logam Tegal (LIK Tegal).

c. Pengujian Impak

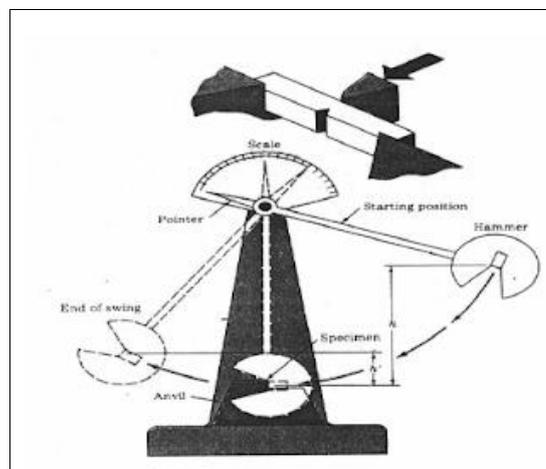
Pengujian Impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Pengujian ini merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam percakapan mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan seperti pada pembebanan tarik (Alois Schonmets, 1985).

Pada pengujian impak ini banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadi perpatahan merupakan ukuran ketahanan uji impak charpy digunakan untuk mengetahui ketegasan atau keuletan suatu bahan spesimen yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Benda diuji dibuat takikan terlebih dahulu sesuai dengan standar JIZ2202 dan hasil pengujian benda kerja tersebut akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk seperti bongkolan atau patahan sesuai dengan keuletan atau ketegasan terhadap benda uji tersebut (Tata Surdia, Shinroku Saito, 2005).

Ketangguhan adalah tahanan bahan terhadap beban tumbukan atau kejutan (takikan yang tajam secara drastis menurunkan ketangguhan). Tujuan utama dari

pengujian impak adalah untuk mengukur ketegasan atau keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur energi potensial sebuah palu godam yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Pengujian impak adalah pengujian dengan menggunakan bahan sentakan (tiba-tiba). Metode yang sering digunakan adalah metode charpy dengan menggunakan bahan uji standart.

Pada pengujian pukul takik (*Impact test*) digunakan batang uji yang bertakik (*Notch*) pada charpy, benda uji diletakkan mendatar dan ujung-ujungnya ditahan mendatar oleh panahan yang berjarak 40 mm. Bandul akan berayun memukul batang uji tepat dibelakang takikan. Untuk pengujian ini akan digunakan sebuah mesin dimana secara batang dapat berayun dengan bebas, pada ujung baang dipasang pemukul yang diberi pemberat. Batang uji diletakkan dibawah mesin dan takikan tepat bidang lintasan pemukul.



Gambar 2.9. Ilustrasi skematis pengujian impak dengan benda uji Charpy
(Sumber : Teknik Metalurgi dan Material Logam, 2018)

Rumus pengujian impak :

Energi untuk mematahkan benda kerja dapat dihitung menggunakan

rumus (Khurmi, RS 2011)

$$W = m \cdot g \cdot r (\sin\alpha - \cos\beta)$$

Dimana :

W = Energi untuk mematahkan benda kerja (J)

M = Massa dari pendulum/ bantalan (kg)

G = Gravitasi sebesar 9,81 (m/det)

β = Sudut ahir setelah mematahkan sampel uji (°)

r = Panjang lengan ayun (m)

α = Sudut awal dalam derajat

harga beban pukul maksimum atau impact benda kerja yang

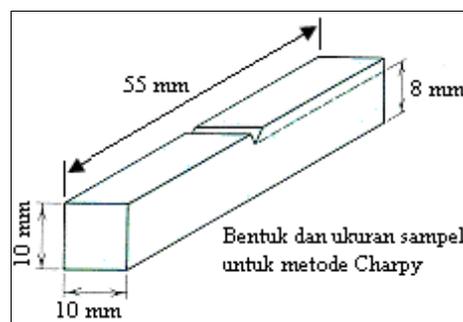
diuji dapat dihitung menggunakan rumus. (Khurmi, RS 2011)

$$P = \frac{W}{A}$$

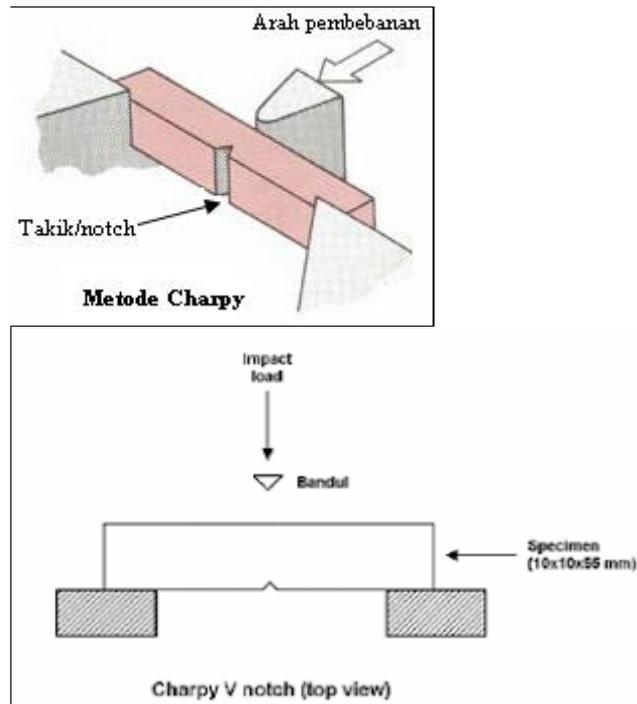
P = Harga Impact benda kerja (J/mm)

A = Luas penampang proyeksi patah (mm)

W = Energi Potensial yang diserap oleh spesimen (Joule)



Gambar 2.10. Bentuk dan ukuran sampel metode Charpy
(Sumber : Teknik Metalurgi dan Material Logam, 2018)



Gambar 2.11. Ilustrasi pembebanan pada metode Charpy
(Sumber : Teknik Metalurgi dan Material Logam, 2018)

B. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan dengan mencari dan menelaah penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang memiliki kemiripan dengan judul yang akan diteliti. Analisis terhadap tinjauan pustaka perlu dilakukan untuk menemukan persamaan, perbedaan serta orisinalitas penelitian. Setelah mengkaji beberapa literatur, peneliti menemukan penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan dengan judul yang akan diteliti dalam penelitian ini.

Hasil penelitian Rusnoto (2014) yang berjudul “*Pengaruh proses preheating pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik material baja st 37*”. Dari penelitian tersebut kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW material non preheating adalah 237,345 N/mm², specimen suhu preheating 95°C sebesar 376,860 N/mm, specimen suhu preheating 105°C sebesar 396,32 N/mm², specimen suhu preheating 115°C sebesar 374,29 N/mm², spesimen

125 °C sebesar 420,41 N/mm². Jadi kekuatan tarik meningkat seiring dengan penambahan suhu pre heating.

Penelitian Ferry Budi Susetyo, Agus Dudung, Supria Wiganda, Ahdian Haris, Wahyu Nugroho (2015) penelitian ini berjudul "*Pengaruh bentuk kampuh terhadap karakteristik baja karbon rendah hasil pengelasan SMAW*". Berdasarkan penelitian ini, terjadi cacat las las slug inklusi pada spesimen yang menggunakan kampuh V dengan arus 140 A dan pada spesimen yang menggunakan kampuh X dengan arus 140 A. Cacat las porosity pada spesimen yang menggunakan kampuh X dengan arus 140 A, 150 A, 160 A, 170 A. Hasil pengelasan SMAW dengan arus 140 A, 150 A, 160 A, 170 A, yang menggunakan kampuh X mendapatkan nilai tegangan tarik rata-rata yang lebih rendah terhadap spesimen yang menggunakan kampuh V dengan selisih tegangan tarik rata-rata sebesar 35,14N/mm².

Penelitian Muhammad Munawar (2016) yang berjudul "*Pengaruh bentuk kampuh dan jenis elektroda pada Pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik material baja st 37*". Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari bentuk kampuh dan jenis elektroda pada pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik material baja st 37. Semakin kecil sudut kampuh yang digunakan, maka tingkat kekerasan yang dihasilkan semakin lunak dan semakin besar sudut kampuh maka tingkat kekerasan yang dihasilkan akan semakin keras.

Penelitian M. Syujuan Al Khotasa (2016) yang berjudul "*Analisa pengaruh variasi arus dan bentuk kampuh pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan impact sambungan butt joint pada plat baja A36*". Berdasarkan pengujian semakin tinggi kuat arus pada bentuk kampuh V yang digunakan untuk arus 70 A, 90 A, 110 A dan 130 A, maka kekuatan impaknya akan semakin tinggi hingga mencapai titik maksimum pada arus 110 A sebesar 1,274 J/mm² lalu kembali mengalami penurunan pada arus 130 A sebesar 1,131

J/mm². Semakin tinggi kuat arus pada bentuk kampuh U yang digunakan untuk arus 70 A, 90 A, 110 A dan 130 A, maka kekuatan impaknya akan semakin rendah dimana nilai masing-masing kekuatan impaknya dari arus 70 A sampai 130 A adalah sebesar 1,480 J/mm², 1,342 J/mm², dan 0,868 J/mm². Kondisi optimal pengaruh variasi arus dan bentuk kampuh pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan impak sambungan butt joint pada plat baja A36 adalah Arus 70 A pada kampuh U sebesar 1,480 J/mm² dikarenakan semakin banyak presentase ferit maka mempunyai ketangguhan yang semakin tinggi, sehingga menahan rambatan retak yang terjadi.

Penelitian Adin Tri Kuncoro (2017) yang berjudul "*pengaruh variasi jenis arus dan jenis kampuh pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik sambungan baja st 41*". Jenis kampuh pengelasan berpengaruh terhadap respon kekuatan tarik dengan nilai F hitung sebesar 11,87 > dari nilai tabel distribusi F tabel untuk F (0,05;1;8) yakni 5,32. Artinya variabel jenis kampuh pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan.

Penelitian Saifudin A. Jalil, Zulkifli, Tri Rahayu (2017) yang berjudul "*Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan SMAW material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan*". Nilai energi yang diserap dan ketangguhan untuk spesimen kualitas kekuatan impak, material ASSAB AQ 705 kelompok base metal mempunyai nilai paling tinggi dengan nilai rata-rata 146 joule dan 1,83 joule/mm². dibandingkan dengan kelompok menggunakan variasi arus 100 A, 125 A dan 150 A. Semakin tinggi arus pengelasan maka semakin rendah nilai kekuatan impaknya.

Penelitian Afriyanto Rabbi, Imran (2018) yang berjudul "*Analisa Pengaruh Gerakan Elektroda Pada Pengelasan SMAW Terhadap Uji Kekerasan Dan Kekuatan Bending Baja St 37*". Kesimpulan kekuatan bending gerakan elektroda zig-zag sebesar 879,05 N/mm memiliki nilai tertinggi pada kekuatan bending.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara faktor yang berpengaruh.

Eksperimen dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang variasi jenis kampuh pengelasan las SMAW terhadap baja st 30 tanpa penetrasi elektrode E 6013 untuk las pengisian dan capping. Setelah itu dilakukan pengujian tarik, bending dan impak.

A. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan. tahapan-tahapan tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

2. Tahap I

Disebut dengan tahap persiapan, yaitu mempersiapkan bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian.

a. Bahan :

- 1) Plat baja karbon st 37
- 2) Elektroda E6013

b. Alat :

- 1) Mesin las SMAW DC
- 2) mesin gerinda
- 3) APD pengelasan

3. Tahap II

Disebut dengan tahap uji material bahan. Yaitu tahap untuk melakukan uji terhadap komposisi dan kandungan material bahan yang akan digunakan. Sehingga akan diketahui kekuatan bahan tersebut.

4. Tahap III

Disebut dengan tahap pembuatan benda uji. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut:

- a. pembuatan kampuh las V groove, bevel groove, dan double bevel groove.
- b. Melakukan proses pengelasan

5. Tahap IV

Disebut dengan tahap pengujian. Pada tahap ini pengujian impak, bending dan tarik dilakukan terhadap spesimen yang sudah dibuat.

6. Tahap V

Disebut dengan tahap analisa data. Data yang dihasilkan dari pengujian akan dianalisa serta dilakukan penarikan kesimpulan penelitian.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitin

Penelitian ini di rencanakan akan dilakukan dalam waktu enam bulan. Dimulai pada bulan Januari 2022 sampai bulan Juni 2022 sebagaimana di jelaskan pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

| No | KEGIATAN | BULAN | | | | | |
|----|-----------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Persiapan | | | | | | |
| | a. Mencari Literature | ■ | | | | | |
| | b. Studi literature | | | | | | |
| | c. Penyusunan Proposal | | ■ | | | | |
| | d. Persiapan alat dan bahan | | | ■ | | | |
| 2 | Pelaksanaan | | | | | | |
| | a. Seminar | | | ■ | | | |
| | b. Pengujian | | | | ■ | | |
| 3 | Penyelesaian | | | | | | |
| | a. Pengolahan data | | | | ■ | | |
| | b. Pembahasan | | | | | | |
| | c. Penyusunan laporan | | | | | ■ | |
| | Ujian skripsi | | | | | | ■ |

2. Tempat Penelitian

Penelitian pengaruh variasi bentuk kampuh terhadap sifat mekanis pengelasan baja karbon rendah akan dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Industri Logam Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian.

C. Instrumen Penelitian

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah plat baja karbon rendah ST 37 ketebalan plat 9 mm.
2. Elektroda yang digunakan adalah Jenis E 6013.
3. Arus pengelasan yang digunakan adalah 90 – 100 A.
4. Tegangan 22 – 28 volt
5. Kampuh yang digunakan jenis kampuh *V groove*, *bevel groove* dan *double bevel groove*.
6. Bentuk spesimen benda uji kampuh *V groove*, *bevel groove* dan *double bevel groove* untuk pengujian tarik.

7. Bentuk spesimen benda uji kampuh *V groove*, *bevel groove* dan *double bevel groove* untuk pengujian impak.
8. Bentuk spesimen benda uji kampuh *V groove*, *bevel groove* dan *double bevel groove* untuk pengujian bending.

D. Metode pengambilan Data

1. Observasi

Teknik pengumpulan dan keterangan mengadakan pengamatan langsung keadaan yang sebenarnya terjadi terhadap penelitian yang akan dilakukan.

2. Eksperimen

Suatu metode penelitian digunakan untuk mencari pengaruh variasi kampuh Las SMAW terhadap baja ST37.

3. Studi pustaka

Suatu metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan informasi-informasi data yang dibutuhkan sebagai referensi dengan mempelajari dari buku atau jurnal.

E. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah hasil pengelasan material baja karbon rendah las SMAW dengan elektroda E 6013. Sampel adalah bagian data dari populasi yang akan diteliti. Sampel dalam penelitian ini adalah hasil pengelasan material baja karbon rendah las SMAW dengan elektroda E 6013. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah masing masing kelompok kampuh pengelasan adalah 3 buah.

F. Pelaksanaan Penelitian

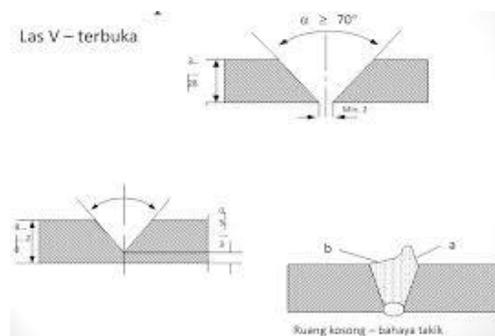
1. Persiapan penelitian

- a. Menyiapkan peralatan las SMAW.
- b. Menyiapkan alat bantu pengelasan

c. Menyiapkan bahan yang akan dilas

2. Pembuatan kampuh

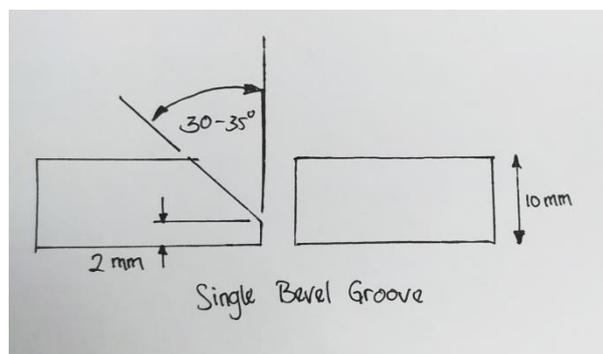
a. Sambungan kampuh V digunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 4-15 mm, pembentukan kampuh V dengan menggunakan mesin gerinda. Bahan yang dipersiapkan dipotong dengan mesin gergaji, setelah bahan dipotong kemudian permukaan digambar dengan spidol, tepi permukaan diukur sedalam 2 mm dan diukur sudut 15°



Gambar 3.1. Kampuh V.

(Sumber : Konstruksi Baja (las Tumpul & las sudut, 2013))

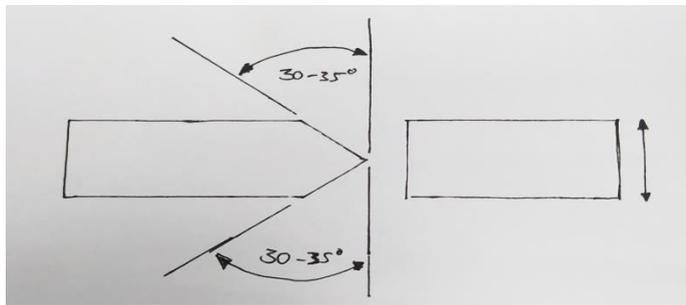
b. Sambungan kampuh *bevel groove* digunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 4-15 mm, pembentukan kampuh bevel groove dengan menggunakan mesin gerinda. Bahan yang dipersiapkan dipotong dengan mesin gergaji, setelah bahan dipotong kemudian permukaan digambar dengan spidol, tepi permukaan diukur sedalam 2 mm dan diukur sudut 15° . Sama bentuknya dengan kampuh V.



Gambar 3.2. Kampuh bevel groove.

(Sumber : Dokumen Pribadi)

- c. Sambungan kampuh *double bevel groove* digunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 4-15 mm, pembentukan kampuh *double bevel groove* dengan menggunakan mesin gerinda. Bahan yang dipersiapkan dipotong dengan mesin gergaji, sama halnya dengan kampuh V hanya kedua sisinya dibuat miring sehingga berbentuk runcing.



Gambar 3.3. Kampuh double bevel.
(Sumber Dokumen Pribadi)

3. Proses Pengelasan Benda

- a. Mempersiapkan las SMAW.
- b. Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas di meja las.
- c. Pembuatan benda kerja dengan kemiringan 15° sepanjang 200mm.
- d. Pembuatan *root face* dengan lebar 2 mm sepanjang 200mm.
- e. Pengelasan *tack weld* kedua benda kerja dengan *root gap* lebar 2-3 mm.
- f. Setelah pengelasan *tack wall* dan *toor gap* kedua benda kerja dimiringkan kebelakang $2-3^\circ$ dengan tujuan disaat pengelasan terjadi perubahan bentuk *distorsi* lebih sedikit.
- g. Mempersiapkan elektroda sesuai dengan arus dan ketebalan plat, dalam penelitian ini dipilih elektroda jenis E 6013 dengan diameter elektroda 2,6 mm.

h. Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan sampai menyala. Amper meter diatur pada angka 90-110 A..

4. Pembuatan Spesimen

- a. Mengacu standar JIS Z 2204 2011 untuk pengujian kualitas kekuatan tarik. Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan spesimen sesuai JIS Z 2204 2011, yang nantinya akan diuji tarik.
- b. Pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari spesimen. Pengujian dilakukan dengan jalan memberikan beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik leleh. Pembuatan spesimen uji bending mengacu pada standar JIS Z 2248 2006.
- c. Spesimen uji Impak dalam penelitian ini digunakan metode uji impak Charpy mengacu pada standar JIS Z 2247 2005.

5. Pengujian tarik

Pengujian tarik digunakan untuk mengetahui besaran sifat mekanik dari logam. Sifat mekanik yang dapat diketahui adalah kekuatan dan elastisitas dari logam tersebut. Dalam penelitian ini pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat pintu air ketika dilakukan buka tutup secara berkala.

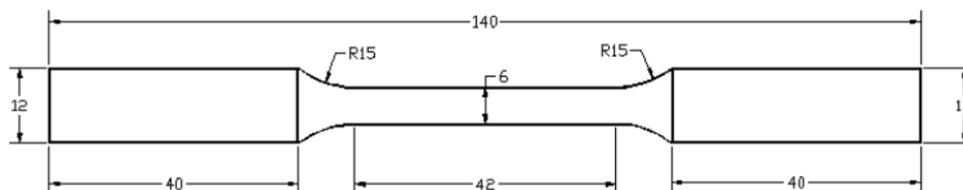
Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut. Benda uji dijepit pada ragum uji tarik, setelah sebelumnya diketahui penampangnya, panjang awalnya dan ketebalannya.

- a. Menyiapkan kertas milimeter blok dan letakkan kertas tersebut pada plotter.

- b. Benda uji mulai mendapatkan beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut.
- c. Benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus.
- d. Gaya atau beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terhadap pada layar digital dan dicatat sebagai data
- e. Hasil diagram pada kerta milimeter blok yang ada pada meja plotter.
- f. Hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan, reduksi penampang dari data yang telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.



Gambar 3.4. Mesin Uji tarik
(sumber : Laperind Tegal)



Gambar 3.5. Spesimen uji tarik JIS Z 2204 2011.

6. Pengujian Bending

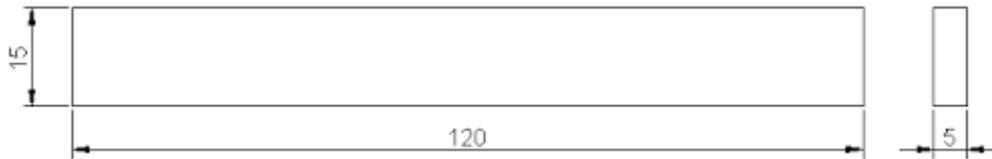
Pengujian bending merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan dari spesimen. Dalam penelitian ini pengujian bending dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat pintu air menerima beban debit air pada irigasi.

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian bending sebagai berikut:

- a. Siapkan spesimen uji bending dan melakukan pengukuran sebagai data awal spesimen serta membuat titik tumpuan dan titik tengah dengan penandaan garis.
- b. Menyalakan mesin pengujian.
- c. Tempatkan spesimen pada komponen penumpu, pastikan tepat dengan garis tumpuan yang telah dibuat.
- d. Atur indenter tumpuan tepat digaris tengah sampai menyentuh spesimen.
- e. Lalu jalankan mesin dengan kecepatan penekanan konstan.
- f. Matikan mesin secara perlahan setelah spesimen melengkung hingga 180° .



Gambar 3.6. Alat uji bending



Gambar 3.7. Spesimen uji bending JIS Z 2248 2006.

7. Pengujian Impak

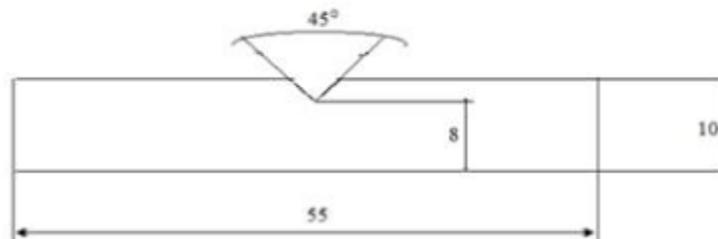
Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui ketangguhan material saat menerima beban kejut, beban kejut dalam penelitian ini yaitu hentakan debit air atau pun benda yang terbawa air pada saat debit air yang tinggi.

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian impak sebagai berikut :

- a. Menyiapkan peralatan mesin Impact Charphy.
- b. Menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian sesuai standar ukuran yang telah ditetapkan.
- c. Meletakkan benda uji pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan palu Charphy.
- d. Menaikan palu Charphy pada kedudukan 140° (sudut α) dengan menggunakan handle pengatur kemudian dikunci.
- e. Putar jarum penunjuk sampai berimpit pada kedudukan 140° .
- f. Lepaskan kunci sehingga palu Charphy berayun membentuk benda uji.
- g. Memperhatikan dengan mencatat sudut β dan nilai tenaga patah.



Gambar 3.8. Alat Penguji impact



Gambar 3.9. Spesimen uji impact charpy JIS Z 2247 2005.

G. Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini teknik yang digunakan adalah deskriptif yaitu dengan menggambarkan hasil penelitian dalam bentuk tabel atau grafik dengan hasil maksimum. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Teknik analisa data pengaruh variasi bentuk kampuh pengelasan baja karbon rendah terhadap ketahanan pada daun pintu air irigasi melalui uji kekuatan tarik, uji impact dan uji bending berupa perbandingan nilai dan rata-rata antara data-data yang dihasilkan dari hasil uji variasi kampuh *V groove*, kampuh *bevel groove* dan kampuh *double bevel groove*.

Tabel 3.2. Lembar pengujian tarik

| No | Variasi Kampuh | Kode Sampel | Parameter Uji | Satuan | Hasil Uji |
|---------------------|---------------------|-------------|----------------------|-------------------|----------------|
| 1 | Double Bevel Groove | 01.1 | Tebal x Lebar | mm | a1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | a2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | a3 |
| | | 01.2 | Tebal x Lebar | mm | b1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | b2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | b3 |
| | | 01.3 | Tebal x Lebar | mm | c1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | c2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | c3 |
| | Rata-rata Hasil Uji | | | | |
| 2 | Single Bevel Groove | 01.4 | Tebal x Lebar | mm | a1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | a2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | a3 |
| | | 01.5 | Tebal x Lebar | mm | b1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | b2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | b3 |
| | | 01.6 | Tebal x Lebar | mm | c1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | c2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | c3 |
| | Rata-rata Hasil Uji | | | | |
| 3 | V Groove | 01.7 | Tebal x Lebar | mm | a1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | a2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | a3 |
| | | 01.8 | Tebal x Lebar | mm | b1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | b2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | b3 |
| | | 01.9 | Tebal x Lebar | mm | c1 |
| | | | Beban tarik maksimum | KN | c2 |
| | | | Kuat tarik | N/mm ² | c3 |
| Rata-rata Hasil Uji | | | | | $(a3+b3+c3)/3$ |

Tabel 3.3. Lembar pengujian impact

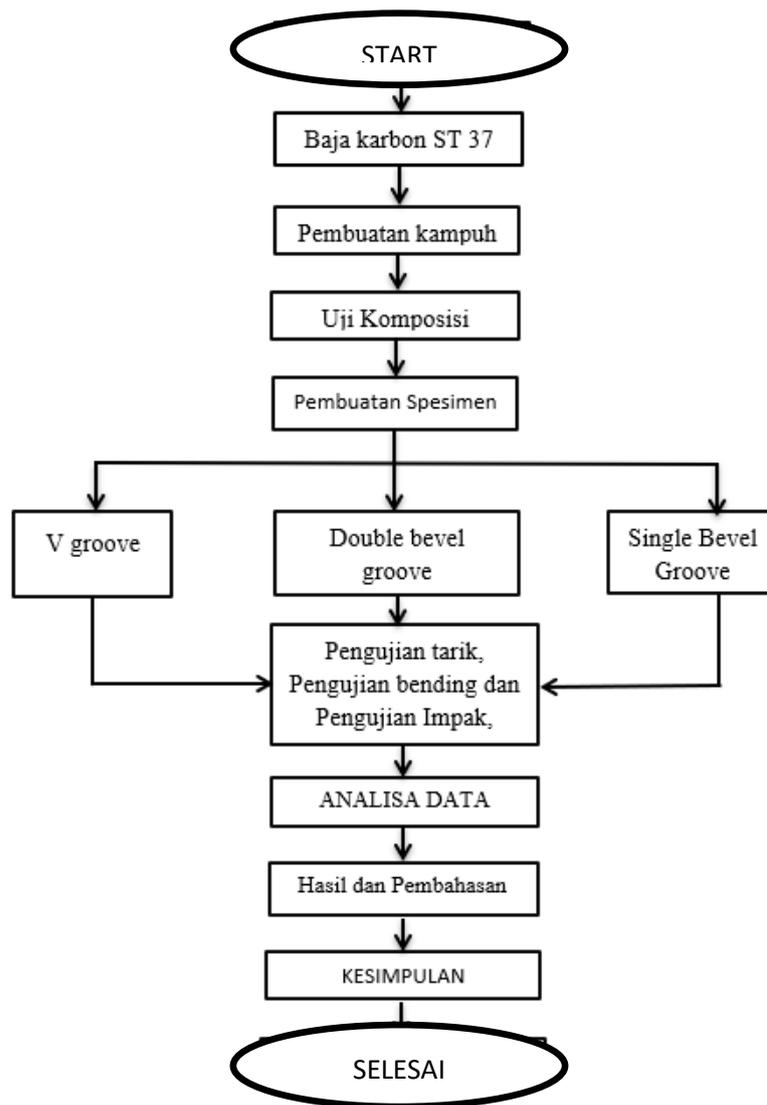
| No | Variasi Kampuh | Kode Sampel | P | L | α ($^{\circ}$) | β ($^{\circ}$) | G | R | Energi (Joule) | Luas Penampang | Harga Impak |
|----|---------------------|-------------|----|----|-------------------------|------------------------|----|----|----------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | V Groove | 01.1 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 | a9 |
| | | 01.2 | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 | b7 | b8 | b9 |
| | | 01.3 | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | c7 | c8 | c9 |
| | Rata-rata Hasil Uji | | | | | | | | | | $(a9+b9+c9)/3$ |
| 2 | Single Bevel Groove | 01.4 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 | a9 |
| | | 01.5 | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 | b7 | b8 | b9 |
| | | 01.6 | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | c7 | c8 | c9 |
| | Rata-rata Hasil Uji | | | | | | | | | | $(a9+b9+c9)/3$ |
| 3 | Doubel Bevel Groove | 01.7 | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 | a9 |
| | | 01.8 | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 | b7 | b8 | b9 |
| | | 01.9 | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | c7 | c8 | c9 |
| | Rata-rata Hasil Uji | | | | | | | | | | $(a9+b9+c9)/3$ |

Tabel 3.4. Lembar pengujian bending

| No | Variasi Kampuh | Kode Sampel | Sudut lengkung | Dimensi Benda Uji | | | | Hasil Uji | |
|----|---------------------|-------------|----------------|-------------------|--------|--------|--------|-------------|-------|
| | | | | P (mm) | L (mm) | T (mm) | D (mm) | Open Devect | Crack |
| 1 | Doubel Bevel Groove | 01.1 | 180 $^{\circ}$ | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 |
| | | 01.2 | 180 $^{\circ}$ | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 |
| | | 01.3 | 180 $^{\circ}$ | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 |
| 2 | Single Bevel Groove | 01.4 | 180 $^{\circ}$ | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 |
| | | 01.5 | 180 $^{\circ}$ | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 |
| | | 01.6 | 180 $^{\circ}$ | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 |
| 3 | V Groove | 01.7 | 180 $^{\circ}$ | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 |
| | | 01.8 | 180 $^{\circ}$ | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 |
| | | 01.9 | 180 $^{\circ}$ | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 |

H. Diagram Alur penelitian

Uraian langkah-langkah penelitian diatas dapat dijabarkan ke dalam diagram alur penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.10. Diagram Alur Penelitian