



**ANALISIS PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP
KEKUATAN PENGELASAN *SPOT WELDING* SAMBUNGAN
*NUT M8 PADA BRACKET FUELTANK***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin

Oleh:
MUHAMMAD AKBAR SETYAWAN
NPM. 6422600092

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
2024

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Kekuatan
Pengelasan *Spot Welding* Sambungan *Nut* M8 Pada *Bracket*
Fuel tank

Nama Penulis : Muhammad Akbar Setyawan

NPM : 6422600092

Sekripsi telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji

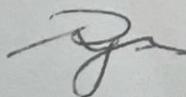
Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal:

Hari : Jumat

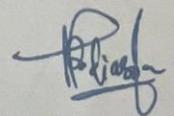
Tanggal : 19 Juli 2024

Pembimbing 1

Pembimbing 2



(Rusnoto, S.T., M.Eng)
NIPY. 14054121974



(Isradias Mirajhusnita, S.T., M.T.)
NIPY. 22561051983

HALAMAN PENGESAHAN

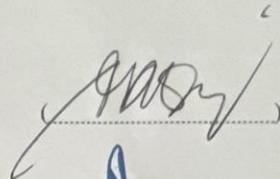
Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal

Pada Hari : Jumat

Tanggal : 19 Juli 2024

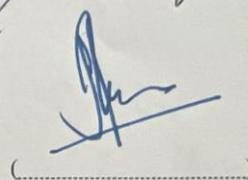
Ketua Penguji :

Ahmad Farid, S.T., M.T.
NIPY. 191511101978

()

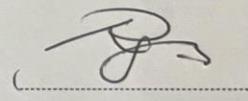
Penguji Utama :

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

()

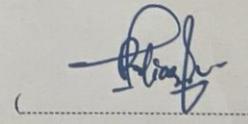
Penguji 1 :

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

()

Penguji 2 :

Isradias Mirajhusnita, S.T., M.T.
NIPY. 22561051983

()

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



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

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "ANALISIS PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN PENGELASAN *SPOT WELDING* SAMBUNGAN *NUT M8* PADA *BRACKET FUEL TANK*" ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagai mana mestinya

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal, Senin 29 April 2024



Muhammad Akbar Setyawan
NPM. 6422600092

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Jawaban dari sebuah keberhasilan adalah terus belajar dan tak kenal putus asa.
2. Selama ada niat dan keyakinan semua akan jadi mungkin.
3. Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk mengubah dunia.
4. Jangan menunda pekerjaan sampai besok jika hari ini dapat diselesaikan maka tuntaskanlah.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat sehingga saya bisa sampai pada tahap skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan doa serta dukungan kepada saya dalam keadaan apapun.
3. Bapak Rusnoto, S.T., M.Eng dan Isradias Mirajhusnita, S.T., M.T., selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, pengarahan, motivasi dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
4. Mas Muhammad Syarifudin yang sangat berkontribusi dengan memberikan bimbingan, masukan dan motivasi yang sangat berharga dalam penulisan skripsi ini.
5. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Putri Indah Febriana Sari, S. Ak. Terima kasih telah menjadi bagian hidup saya. Berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, baik tenaga, waktu, maupun materi kepada saya. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal yang menemani, mendukung, ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, memberi semangat untuk pantang menyerah. Semoga Allah selalu memberi keberkahan dalam segala hal yang kita lalui.
6. Teman - teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2020 yang selalu memberikan masukan dan saran dalam permasalahan yang saya alami.

7. Diri sendiri karena tetap bertahan meski ada rintangan yang berat, meski kadang-kadang ragu dan lelah.

ABSTRAK

Muhammad Akbar Setyawan, 2024 “***ANALISIS PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN PENGELASAN SPOT WELDING SAMBUNGAN NUT M8 PADA BRACKET FUELTANK***”. Skripsi, Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pengelasan merupakan suatu metode menyambungkan dua material atau lebih, umumnya logam, dengan menggunakan energi panas untuk melelehkan material yang akan disambung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh waktu pengelasan *spot welding* 5 cycle, 6 cycle, 7 cycle, dan 8 cycle terhadap kekuatan torsi dan tekan.

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya plat SHGA270D-45, *stainless steel hex flanged nut* M8 dan alat yang digunakan mesin *spot welding*, mesin *shearing*, mesin Stamping, gerinda, dan *compressor*. Proses pembuatan *Bracket Fuel tank* yang pertama potong lembaran plat sesuai ukuran yang telah ditentukan, yang kedua melalui proses stamping sesuai dengan ukuran dan bentuk yang ditentukan, dan ketiga melalui proses pengelasan *spot welding* dengan parameter yang telah ditentukan.

Hasil pengujian sifat mekanik pengelasan *spot welding*, dengan hasil data pengujian yang telah dilakukan nilai tertinggi terdapat pada welding time 8 cycle yaitu sebesar 94 N.m dengan nilai rata-rata 88,16 N.m dan tegangan geser yang dihasilkan sebesar 7019,64 MPa. Jadi penambahan nilai welding time sangat berpengaruh terhadap hasil kekuatan pengelasan. Pengujian tekan dengan hasil data tertinggi terdapat pada welding time 8 cycle yaitu sebesar 16,24 kN dengan nilai rata-rata 14,09 kN dan rata-rata tegangan tekan tertinggi yang dihasilkan sebesar 70096,87 MPa. Jadi penambahan nilai welding time berbanding lurus terhadap hasil kekuatan pengelasan.

Kata kunci : Pengelasan, pengelasan titik, waktu pengelasan, uji torsi, uji tekan.

ABSTRACT

Muhammad Akbar Setyawan, 2024 **"ANALYSIS OF THE EFFECT OF WELDING TIME ON SPOT WELDING STRENGTH OF M8 NUT CONNECTION ON FUELTANK BRACKET"**. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University Tegal.

Welding is a method of joining two or more materials, generally metals, by using heat energy to melt the material to be joined. The purpose of this research is to determine the effect of spot welding time 5 cycles, 6 cycles, 7 cycles, and 8 cycles on torsion and compressive strength.

Materials and tools used in this research include SHGA270D-45 plate, stainless steel hex flanged nut M8 and tools used spot welding machine, shearing machine. Stamping machine. grinding, and compressor. The process of making the Fuel tank Bracket is first cut the plate sheet according to a predetermined size, the second through the stamping process according to the specified size and shape, and the third through the spot welding process with predetermined parameters.

The results of testing the mechanical properties of spot welding, with the results of the test data that has been carried out, the highest value is at welding time 8 cycle, which is 94 N.m with an average value of 88.16 N.m and the resulting shear stress of 7019,64 MPa. So the addition of welding time value greatly affects the results of welding strength. Compressive testing with the highest data results found in welding time 8 cycle which is 16.24 kN with an average value of 14.09 kN and the highest average compressive stress produced is 70096,87 MPa. So the addition of welding time value is directly proportional to the welding strength results.

Keywords: Welding, spot welding, welding time, torque test, compressive test.

PRAKATA

Puji syukur penulis sampaikan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat serta rahmat sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul ***“ANALISIS PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN PENGELASAN SPOT WELDING SAMBUNGAN NUT M8 PADA BRACKET FUELTANK”***

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., M.T. Dekan FTIK UPS Tegal.
2. Bapak Hadi Wibowo, S.T., M.T. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
3. Bapak Rusnoto, ST., M.Eng selaku Dosen Wali yang selalu memberikan arahan, motivasi dan bimbingan selama berkuliah di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Program Studi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
4. Bapak Rusnoto, S.T., M.Eng dan Isradias Mirajhusnita, ST., MT, selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, pengarahan, motivasi dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
5. Para Dosen Pengampu Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Program Studi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
6. Bapak Lilik sebagai kepala laboratorium teknik mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, yang telah membantu untuk pengujian materil komposit.
7. Pihak-pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini tidak lepas dari kekurangan maka dari itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi nantinya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kekurangan maka dari itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan yang akan mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan pembaca.

Tegal, 29 April 2024

Penulis

Muhammad Akbar Setyawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan dan Manfaat	5
E. Sistematis Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Landasan Teori	7
1. Pengelasan (<i>Welding</i>)	7
2. Mesin Spot Welding	12
3. Parameter Pengelasan Spot Welding.....	14
4. Pengelasan <i>Nut</i> M8 Pada Pengelasan <i>Spot Welding</i>	16
5. Kegagalan Sambungan Las Nut M8.....	17
6. Pengujian Las Titik.....	18
B. Tinjauan Pustaka	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Metode Penelitian.....	27
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27

C. Instrumen Penelitian dan Desain Pengujian.....	28
D. Rancangan Peralatan	32
E. Langkah-langkah Pembuatan Spesimen	32
F. Spesimen Pengujian	33
G. Variabel Penelitian	35
H. Metode Pengumpulan Data	35
I. Metode Analisis Data	36
J. Diagram Alur.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
B. Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>Spot Welding</i>	13
Gambar 2. 2 Uji Tekan	18
Gambar 2. 3 Uji Torsi.....	19
Gambar 3. 1 Peta PT. TMU.....	28
Gambar 3. 2 Plat SHGA270D-45	29
Gambar 3. 3 Nut M8	29
Gambar 3. 4 Mesin <i>Spot Welding</i>	30
Gambar 3. 5 Mesin <i>Shearing</i>	30
Gambar 3. 6 Mesin Bor.....	31
Gambar 3. 7 Gerinda Tangan	31
Gambar 3. 8 <i>Compressor</i>	32
Gambar 3. 9 <i>Bracket Fuel tank</i>	32
Gambar 3. 10 Spesimen Uji Torsi	33
Gambar 3. 11 Spesimen Uji Tekan.....	34
Gambar 3. 12 Diagram Alur.....	37
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Rata – Rata Pengujian Torsi.....	46
Gambar 4. 2 Grafik Keseluruhan Pengujian Torsi	47
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Rata – Rata Pengujian Tekan.....	48
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Keseluruhan Pengujian Tekan	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kalender Penelitian	28
Tabel 3. 2 Pengambilan data Pengujian Torsi	36
Tabel 3. 3 Pengambilan data Pengujian Tekan.....	36
Tabel 4. 1 Hasil Uji Torsi.....	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 2 Hasil Uji Tekan.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Pengujian Spesimen

Lampiran 2. Proses Pembuatan Spesimen

Lampiran 3. Lembar Sertifikat Hasil Pengujian

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi saat ini mengalami pertumbuhan yang cepat, termasuk di Indonesia. Salah satu contoh kemajuan teknologi yang dapat disebutkan adalah perbaikan signifikan dalam penggunaan mesin las yang semakin sederhana dan produktif. Proses pengelasan menjadi kritis dalam beragam sektor industri, mulai dari perusahaan besar hingga bengkel kecil, terutama ketika menggunakan logam sebagai bahan baku.

Berdasarkan *American Welding Society* (AWS), definisi pengelasan merujuk pada suatu metode menyambung dua material atau lebih, umumnya logam, dengan menggunakan energi panas untuk melelehkan material yang akan disambung, kemudian menggabungkannya secara padu, baik dengan pemberian tekanan maupun tanpa tekanan, serta dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (*consumable*). Dua kriteria utama yang menandai suatu proses sebagai pengelasan adalah kemampuan material yang akan dihubungkan untuk meleleh atau mencair, dan kemudian bersatu atau berpadu kembali dalam bentuk padu setelah proses tersebut. (Weman, K 2011).

Beberapa teknik pengelasan diterapkan dalam industri logam, termasuk pengelasan resistansi, pengelasan gas, dan pengelasan busur. Pengelasan resistansi, sebagai salah satu teknik tersebut, sering digunakan khususnya untuk menggabungkan pelat dengan ketebalan di bawah 8 mm. Mesin transformator yang digunakan dalam pengelasan resistansi dapat mencapai

daya sebesar 2000A dengan tegangan sirkuit terbuka sebesar 2V. Teknik pengelasan resistansi sendiri telah berkembang menjadi berbagai jenis, seperti pengelasan titik (*Spot welding*), pengelasan sambungan (*Seam welding*), pengelasan proyeksi (*Projection welding*), dan pengelasan ujung (*Flash butt welding*) (Weman, K 2011).

Pengelasan titik adalah metode penggabungan logam yang cepat dan mudah. Tidak perlu menggunakan *fluks* atau logam pengisi untuk menghubungkan bahan dengan pengelasan titik, dan tidak ada risiko nyala api terbuka yang berbahaya. Pengelasan titik dapat dilakukan tanpa keahlian khusus. Mesin otomatis dapat mendeteksi pengelasan di pabrik untuk meningkatkan efisiensi produksi. Mesin yang digunakan dalam industri otomotif dapat menghasilkan hingga 200 titik las dalam waktu enam detik. Pengelasan titik memungkinkan penyatuan berbagai jenis logam, bahkan ketebalan lembaran setipis 1/4 inci dapat dihubungkan dengan pengelasan titik, dan beberapa lembaran bisa disatukan secara bersamaan (Bagai 2017).

Sementara itu, *spot welding* juga memiliki kekurangan yaitu elektroda harus dapat mencapai kedua sisi logam yang akan disambung. Mesin pengelasan titik khusus hanya dapat menangani logam dengan ketebalan tertentu, biasanya berkisar antara 5 hingga 50 inci, dan walaupun posisi elektroda bisa diatur, terdapat sedikit fleksibilitas pada sebagian besar penyangga elektroda (Bagai 2017)

Ukuran dan bentuk elektroda akan mempengaruhi ukuran dan kekuatan sambungan pengelasan. Sambungan ini hanya terbentuk di titik di mana

elektroda bersentuhan dengan logam. Jika arus tidak mencukupi, suhu tidak mencapai tingkat yang diperlukan, atau tekanan antara logam tidak cukup, hasil pengelasan titik bisa menjadi kecil atau memiliki kekuatan yang kurang memadai. Lengkungan dan kehilangan daya tahan terhadap beban berulang dapat terjadi di sekitar area di mana pengelasan titik telah dilakukan. Penampilan sambungan sering kali kurang estetik, dan mungkin terdapat keretakan. Selain itu, kemampuan logam untuk melawan korosi juga bisa berkurang (Bagai 2017)

Pengelasan titik secara luas diterapkan di sektor industri otomotif. Dari konstruksi bodi mobil hingga pembuatan berbagai komponen mobil, pengelasan titik memegang peran kunci dalam proses produksi kendaraan. Dalam lingkungan perakitan, penggunaan mesin atau robot otomatis lebih disukai dari pada pengelasan manual, terutama untuk alasan keamanan (Effendi 2023). Salah satu industri manufaktur di Kota Tegal yaitu PT. Trimitra Marganda Unggul yang ada di Komplek LIK Takaru Dampyak.

PT. Trimitra Marganda Unggul merupakan perusahaan tier 2 yang bergerak dibidang pembuatan komponen otomotif roda 2 dan roda 4. Salah satu komponen yang di produksi oleh PT. Trimitra Marganda Unggul yaitu *Bracket Fueltank* yang ada di mobil Yaris Cross. Komponen ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan bakar yang akan digunakan. Salah satu proses pembuatan komponen ini yaitu menggunakan pengelasan *spot nut welding*. Pengelasan ini merupakan proses las titik yang dilakukan untuk menggabungkan *bracket fueltank* dengan *nut* M8. Yang nantinya fungsi dari

nut M8 ini untuk menggabungkan komponen *Bracket Fueltank* dengan komponen mobil lainnya. Akan tetapi, dalam pengelasan *spot nut welding* belum ada standard pengaturan ukuran parameter untuk mencapai persyaratan kualitas produk dari pelanggan. Jadi untuk setiap produk harus menentukan penyetingan awal ukuran parameter sesuai hasil percobaan terhadap persyaratan kualitas masing-masing produk. Maka berdasarkan uraian diatas peneliti melakukan penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Kekuatan Pengelasan *Spot Welding* Sambungan *Nut* M8 pada *Bracket Fueltank*”

B. Batasan Masalah

Agar proses penelitian dapat berlangsung dengan baik maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Proses pengerjaan menggunakan pengelasan *spot welding*.
2. Variabel yang digunakan yaitu waktu pengelasan *5 cycle*, *6 cycle*, *7 cycle*, dan *8 cycle* dengan arus 10 kA, squeeze time *25 cycle*, hold time *1 cycle*, dan *air pressure* 0,25 MPa.
3. Bahan baku yang diteliti menggunakan *nut* M8 dan plat SGHA270D-45.
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji puntir dan uji tekan.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi latar belakang, identifikasi masalah dan Batasan masalah yang telah disebutkan diatas maka dapat dirumuskan masalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu pengelasan 5 *cycle*, 6 *cycle*, 7 *cycle*, dan 8 *cycle* terhadap kekuatan puntir pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8 pada *Bracket Fuel tank*?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu pengelasan 5 *cycle*, 6 *cycle*, 7 *cycle*, dan 8 *cycle* terhadap kekuatan tekan pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8 pada *Bracket Fuel tank*?

D. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pengelasan 5 *cycle*, 6 *cycle*, 7 *cycle*, dan 8 *cycle* terhadap kekuatan puntir pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8 pada *Bracket Fuel tank*.
- b. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pengelasan 5 *cycle*, 6 *cycle*, 7 *cycle*, dan 8 *cycle* terhadap kekuatan tekan pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8 pada *Bracket Fuel tank*.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian tersebut adalah :

- a. Bagi penulis untuk menambah wawasan dan pengetahuan dalam melakukan penelitian tentang pengelasan *spot nut welding*.
- b. Bagi institusi dapat dijadikan sebagai salah satu sumber pengetahuan mahasiswa tentang pengelasan *spot nut welding*.

- c. Secara umum sebagai penambah wawasan mengenai pengelasan *spot nut welding*.

E. Sistematis Penulisan

1. Bagian awal tugas akhir bagian ini berisi tentang judul, abstrak, pengesahan, motto, dan persembahan, prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.
2. Bagian inti tugas akhir

BAB I PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai teori pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai metodologi penelitian, waktu dan tempat penelitian, variabel penelitian, diagram alur penelitian, metode pengumpulan data, metode analisa data, dan instrument penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang pengumpulan data yang akan digunakan selanjutnya dalam proses pengolahan dan analisis data.

BAB V PENUTUP

Membahas mengenai simpulan dan saran-saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengelasan (*Welding*)

American Welding Society (AWS) mendefinisikan pengelasan sebagai metode menghubungkan dua atau lebih bahan, biasanya logam, dengan menerapkan energi panas hingga bahan tersebut meleleh dan menyatu. Teknik ini bisa melibatkan tekanan dan mungkin memerlukan atau tidak memerlukan bahan tambahan (*consumable*).

Pengelasan titik, jenis pengelasan resistansi yang umum, banyak digunakan di industri otomotif. Dalam proses ini, dua elektroda tembaga mengalirkan arus tinggi dan menekan pelat yang tumpang tindih pada titik penyambungan, menyebabkan pelat tersebut meleleh dan menyatu di tempat elektroda bersentuhan (Hayyain 2023).

a. Klasifikasi Pengelasan Berdasarkan Cara Kerjanya

Mesin las stasioner yang tidak dapat dipindahkan mengharuskan operator untuk memegang material yang akan dilas. Ini berbeda dengan *Portable Spot Welding* (PSW), di mana alatnya dipegang tangan dan dapat digerakkan sesuai keinginan operator. Pada PSW, material yang akan dilas tetap diam di tempatnya pada *jig* (Hayyain 2023).

1) Pengelasan Tekan

Pengelasan tekan adalah metode di mana bahan dipanaskan dan kemudian ditekan bersama hingga membentuk satu kesatuan. Berikut adalah beberapa contoh penerapan pengelasan tekan :

- a) Las Ledakan
- b) Las Gesek
- c) Las Tempa
- d) Las Tekan Gas
- e) Las *Resistance* Listrik
 - 1. Las Titik
 - 2. Las Tumpang
 - 3. Las Busur Tekan
 - 4. Las Tumpul Tekan

2) Pengelasan Cair

Pengelasan cair adalah metode di mana area yang akan disambung dipanaskan hingga meleleh, menggunakan sumber panas seperti energi listrik atau pembakaran gas, baik dengan atau tanpa bahan tambahan (*filler*/elektroda). Contoh dari jenis pengelasan ini meliputi :

a) Las Busur Listrik

Dalam pengelasan busur listrik, terdapat dua jenis utama: pengelasan dengan elektroda tak terumpan dan pengelasan dengan elektroda terumpan (Achmadi 2023).

Elektroda tak terumpan adalah elektroda yang tidak meleleh selama proses pengelasan; mereka hanya memberikan busur listrik tanpa menambahkan bahan pengisi. Contoh proses yang menggunakan elektroda tak terumpan adalah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW), yang juga dikenal sebagai pengelasan argon (Achmadi 2023).

Elektroda terumpan adalah kawat las yang meleleh selama proses pengelasan. Elektroda ini berfungsi sebagai sumber busur sekaligus bahan pengisi yang mencair dan menjadi bagian dari logam las. Metode yang menggunakan elektroda terumpan termasuk pengelasan SMAW, FCAW, GMAW, dan SAW (Achmadi 2023).

b) Las Gas

a. Las OAW

b. Las Termit

3) Pematrian

Pematrian adalah teknik untuk menghubungkan dua logam dengan menerapkan panas dan menggunakan bahan pengisi dengan titik leleh yang lebih rendah. Berbeda dengan pengelasan, di mana baik logam dasar maupun logam pengisi dapat meleleh, pematrian hanya melibatkan peleburan bahan pengisi sementara logam dasar tetap padat karena titik lelehnya yang lebih tinggi. Contoh proses pematrian meliputi (Achmadi 2023) :

a) *Soldering*

b) *Brazing*

b. Jenis-Jenis Pengelasan

1) OAW

Proses pengelasan *Oxy-Acetylene* menggunakan sumber panas yang dihasilkan dari campuran gas oksigen dan asetilin (Achmadi 2023).

2) SMAW

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) adalah metode pengelasan busur listrik di mana arus listrik menghasilkan panas untuk melelehkan baik elektroda maupun benda kerja (Achmadi 2023).

3) GTAW

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) menggunakan elektroda tak terumpan, yang hanya menghasilkan busur tanpa meleleh. GTAW menggunakan elektroda tungsten dan gas pelindung seperti Argon, Helium, atau campuran keduanya (Achmadi 2023).

4) SAW

Submerged Arc Welding (SAW) melibatkan busur terendam di mana busur las ditutupi oleh *flux* yang mirip dengan pasir, itulah sebabnya proses ini disebut pengelasan busur terendam (Achmadi 2023).

5) FCAW

Flux Core Arc Welding (FCAW) adalah teknik pengelasan yang melibatkan dua tingkat perlindungan: *flux* yang terdapat dalam kawat las dan gas pelindung tambahan, yang bisa berupa CO₂ atau campuran Argon (Achmadi 2023).

6) GMAW

Gas Metal Arc Welding (GMAW) adalah metode pengelasan busur listrik yang menggunakan gas sebagai bahan pelindung. GMAW terdiri dari dua jenis: MIG (*Metal Inert Gas*) dan MAG (*Metal Active Gas*). MIG menggunakan gas inert seperti Argon, Helium, atau kombinasi keduanya untuk perlindungan, sementara MAG menggunakan CO₂ (Achmadi 2023).

7) FSW (*Friction Stir Welding*)

Proses pengelasan ini melibatkan penggunaan mesin frais. Langkah-langkahnya termasuk memegang dua pelat dan menempatkan bagian yang akan digabungkan di bawah alat yang berputar yang digerakkan oleh mesin frais. Ini menghasilkan gesekan dan panas yang melelehkan material, sehingga menciptakan proses pengelasan yang menyatukan kedua bahan tersebut (Achmadi 2023).

8) *Spot Welding*

Ini adalah bentuk pengelasan titik di mana dua objek ditekan bersama menggunakan dua elektroda yang dijalankan.

Penyambungan terjadi pada titik-titik tertentu sesuai dengan lokasi pengelasan, bukan secara kontinu. Metode ini umumnya digunakan pada pelat tipis di industri otomotif atau pada rangka bodi (Achmadi 2023).

9) *Seam Welding*

Mirip dengan pengelasan titik, perbedaannya adalah bahwa metode pengelasan ini menyatukan material secara terus menerus atau sepanjang panjang tertentu (Achmadi 2023).

10) *Stud Welding*

11) *Plasma Arc Welding (PAW)*

2. Mesin Spot Welding

Pengelasan titik, atau pengelasan resistansi, adalah metode yang menggabungkan dua permukaan logam dengan menggunakan resistansi listrik. Selama proses ini, resistansi pada objek membatasi aliran, sementara dua permukaan logam ditekan bersama oleh elektroda. Secara bersamaan, arus listrik yang kuat mengalir melalui elektroda dan pelat yang dijepit, menyebabkan area di antara pelat tersebut menjadi panas dan meleleh akibat resistansi listrik (Hayyain 2023).



Gambar 2. 1 Mesin *Spot Welding*
Sumber : (Hayyain 2023)

Pengelasan titik dikenal karena efisiensinya yang tinggi dan banyak digunakan untuk menyatukan dua atau lebih lembaran logam menjadi satu kesatuan. Untuk mencapai hal ini, seorang pengelas harus menerapkan tekanan dan panas yang signifikan, serta mengalirkan arus listrik melalui lembaran untuk mengatasi resistansi dan memastikan presisi. Teknik ini sering digunakan di berbagai industri, terutama untuk pengelasan lembaran baja karbon rendah pada bodi kendaraan. Bentuk dan ukuran las dipengaruhi oleh elektroda yang digunakan, yang ditentukan oleh ketebalan logam dasar dan keterampilan pengelas. Pengelasan titik, yang juga dikenal sebagai pengelasan titik resistansi, menggunakan arus listrik untuk menggabungkan permukaan logam, khususnya untuk menyambungkan lembaran logam. Permukaan logam menyatu karena panas yang dihasilkan oleh elektroda (Hayyain 2023).

Energi yang disalurkan ke titik las dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti resistansi, arus, durasi aliran arus, dan resistivitas listrik dari bahan

di antara elektroda. Ini dijelaskan oleh Hukum Joule, di mana Q mewakili panas yang dihasilkan, I adalah intensitas arus, dan t adalah waktu arus diterapkan :

$$Q = I^2Rt \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana,

Q : muatan listrik panas yang dihasilkan (C)

I : kuat arus yang mengalir di dalam kombinasi metal (A)

R : tahanan dari base metal dan muka kontak (Ω)

t : durasi waktu dari arus yang tersedia (s)

3. Parameter Pengelasan Spot Welding

Untuk mencapai hasil pengelasan yang memuaskan, beberapa faktor harus dipantau dan disesuaikan selama proses pengelasan :

a. *Pressure*

Penting untuk menetapkan tekanan atau gaya elektroda yang sesuai untuk memastikan kualitas las yang tinggi. Tekanan yang tidak mencukupi dapat mengakibatkan sambungan yang lemah dan kecil, sedangkan tekanan yang terlalu besar dapat menyebabkan keretakan pada titik las akibat penipisan pelat logam oleh logam yang meleleh. Idealnya, kedalaman depresi elektroda tidak boleh melebihi 25% dari ketebalan pelat.

b. *Current*

Panas yang dihasilkan selama pengelasan dipengaruhi oleh resistansi listrik dan konduktivitas termal logam. Saat mengatur arus untuk mesin, penting untuk mempertimbangkan klasifikasi logam.

c. *Tip Diameter*

Ukuran titik las ditentukan oleh diameter ujung elektroda. Ujung yang terlalu kecil dapat menghasilkan nugget las yang lemah dan kecil, sementara ujung yang terlalu besar dapat menyebabkan logam menjadi terlalu panas, mengakibatkan rongga dan kantong gas.

d. *Welding Time Cycle*

Waktu pengelasan diukur dalam siklus. Dengan frekuensi 50 Hz, satu detik setara dengan 50 siklus, sehingga setiap siklus adalah 0,02 detik. Kualitas pengelasan titik dapat ditingkatkan dan masalah dapat diminimalkan dengan menyesuaikan durasi tekanan elektroda pada logam dan arus pengelasan.

- 1) *Squeeze time*, merujuk pada waktu ketika ujung elektroda pengelasan memberikan tekanan pada logam yang tumpang tindih.
- 2) *Upslope*, merupakan saat ketika arus listrik mencapai nilai puncaknya.
- 3) *Weld time*, merupakan lama waktu di mana arus listrik mengalir antara elektroda. Selama periode ini, terjadi produksi panas dan fusi antara logam.

- 4) *Downslope*, adalah periode ketika arus listrik terputus setelah mencapai nilai puncaknya..
- 5) *Hold time*, merujuk pada waktu istirahat di mana logam cair mengeras setelah proses pengelasan. Tekanan elektroda tetap diterapkan selama periode ini, dan elektroda berfungsi mengeluarkan panas dari sambungan las.
- 6) *Off time*, digunakan untuk menunjukkan penundaan aliran dari bagian akhir suatu rangkaian ke awal rangkaian berikutnya.

4. Pengelasan *Nut* M8 Pada Pengelasan *Spot Welding*

Pengelasan titik adalah teknik penyambungan lembaran logam dengan menempatkannya di antara dua elektroda dan menerapkan tekanan menggunakan resistansi listrik. Metode ini cocok untuk mengelas beberapa lembaran logam tipis. Meskipun pengelasan titik sangat penting dalam industri rumah tangga, biaya dan kebutuhan daya yang tinggi membuatnya kurang praktis untuk operasi berskala kecil. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alat las titik dengan daya rendah dan portabilitas yang lebih baik untuk memenuhi kebutuhan industri kecil.

Proses pengelasan titik melibatkan beberapa tahap, mulai dari perencanaan hingga pengujian daya listrik yang digunakan. Transformator yang digunakan dalam proses ini adalah *Microwave Oven Transformer* (MOT), yang dimodifikasi untuk meningkatkan daya dan dilengkapi dengan modul dimmer untuk kontrol. Pengujian transformator melibatkan evaluasi daya masuk (P input), daya keluar (P output), dan efisiensi sambil

mempertimbangkan kerugian daya seperti kerugian inti dan kerugian tembaga. Alat ini juga dapat digunakan untuk mengelas plat yang lebih tipis dari 1 mm, dengan operator yang memegang dan memposisikan alat sesuai kebutuhan. Selain itu, selama pengelasan PSW, material tetap pada posisi tetap di JIG (Hayyain 2023).

5. Kegagalan Sambungan Las Nut M8

Keuntungan utama pengelasan titik dibandingkan metode lain adalah kecepatannya, yang sangat ideal untuk produksi berskala besar. Panas yang diberikan akurat dan konsisten. Las titik memiliki sifat mekanik yang sebanding dengan logam dasar, dan yang terpenting, tidak memerlukan kawat las (Hayyain 2023).

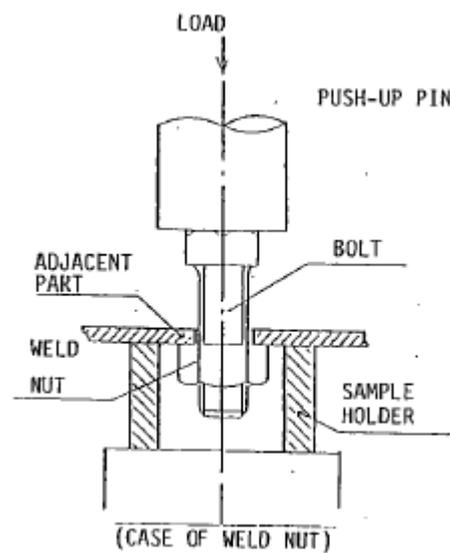
- a. Kualitas dan kekuatan produk hasil pengelasan titik ditentukan oleh ukuran nugget dan hasil uji tarik. Kualitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk arus, waktu pengelasan, dan tekanan elektroda.
- b. Pengaturan parameter yang tidak tepat dapat mengakibatkan cacat seperti ukuran *nugget* yang tidak memenuhi standar, penetrasi yang tidak memadai, dan rongga di area las.

Memahami parameter standar untuk kualitas pengelasan titik yang optimal sangat penting. Produsen harus mengikuti standar yang ditetapkan untuk memastikan kualitas produk. Ini termasuk mengevaluasi produk melalui uji coba produksi massal untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar kualitas (Hayyain 2023).

6. Pengujian Las Titik

a. Uji Tekan

Pengujian tekan melibatkan penerapan gaya pada suatu objek untuk menilai seberapa banyak tekanan yang dapat ditahan sebelum mengalami kerusakan. Uji ini menentukan batas tekanan maksimum yang dapat ditoleransi oleh objek (Syahputra and Kristiawan 2022).



Gambar 2. 2 Uji Tekan

Sumber : (Jatikusuma and Huda 2022)

Berikut adalah versi parafrase dalam bahasa Indonesia:

****Kekuatan tekan merujuk pada kemampuan material atau struktur untuk menahan gaya yang menyebabkan penurunan dimensinya. Kekuatan ini dapat ditentukan melalui kurva tegangan-regangan yang diperoleh dari data yang dikumpulkan selama pengujian. Beberapa material mungkin mengalami retak pada batas kekuatan tekan mereka, sementara yang lain mungkin mengalami**

deformasi permanen. Bahkan jika material tidak retak, deformasi tertentu masih dapat menunjukkan batas kekuatan tekan, terutama pada material yang tidak dapat kembali ke bentuk semula (irreversibel). Selama pengujian, objek dikenakan gaya tekan. Rumus tegangan dan regangan yang digunakan sama dengan yang digunakan dalam pengujian tarik, dengan satu-satunya perbedaan adalah beban yang diberlakukan menjadi negatif (tekan). Hasil uji akan memberikan nilai tegangan geser yang dihitung sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

F : Besar gaya tekan / Tarik (N)

A : Luas penampang (m²)

σ : Tegangan (N/m²)

b. Uji Puntir



Gambar 2. 3 Uji Torsi
Sumber : Dokumentasi PT. TMU

Uji puntir adalah prosedur yang digunakan untuk mengevaluasi kerentanan material terhadap patah. Uji ini menilai plastisitas material

menggunakan spesimen, biasanya berupa batang dengan penampang melingkar, yang dipilih karena kesederhanaan dan kemudahan pengukurannya. Selama uji, gaya puntir diterapkan pada salah satu ujung spesimen, namun penerapan dua gaya puntir dapat menyebabkan sudut puntir yang tidak konsisten.

Rumus untuk menghitung tegangan geser maksimum adalah sebagai berikut :

$$\tau_g = \frac{16.T_{\max}}{\pi.d^3} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

τ_g : Tegangan geser (MPa)

T_{\max} : Momen puntir (N.m)

μ : 3,14

d : Diameter (m)

Dalam uji puntir, pengukuran dilakukan untuk momen puntir dan sudut puntir. Data pengukuran ini kemudian diplot pada grafik yang menunjukkan momen puntir versus sudut puntir (dalam rotasi). Penting untuk diakui bahwa setelah material mencapai fase deformasi plastis, hubungan antara momen puntir dan sudut puntir menjadi non-linear, sehingga memerlukan rumus yang berbeda untuk menghitung tegangan geser (Kurniawan, Budiarto, and Mulyatno 2018).

B. Tinjauan Pustaka

1. Rusnoto et al. 2022 Kekerasan pelat baja SS400 meningkat ketika suhu pemanasan awal yang berbeda diterapkan sebelum pengelasan. Penelitian ini menggunakan baja SS400, elektroda AWS E7018, dan mesin pengelasan. Awalnya, bahan berupa pelat yang kemudian dibentuk menjadi spesimen uji. Spesimen tersebut diperlakukan dengan panas dalam oven pada suhu 90, 100, dan 1100°C selama masing-masing 30 menit. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemanasan awal sebelum pengelasan memiliki dampak signifikan, dengan kekerasan tertinggi sebesar 8,41 HB dicapai pada 1100°C. Selain itu, kekuatan lentur meningkat menjadi 18,62 N/mm² pada suhu pemanasan 1100°C, dibandingkan dengan hasil yang diperoleh tanpa pemanasan awal.
2. Sidiq and Handrika 2019 Studi eksperimen ini bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan sebab akibat antara dua faktor yang saling terkait dengan memeriksa hasil pengelasan dengan variasi arus pengelasan dan efeknya terhadap sifat mekanik las pada baja St. 37 menggunakan SMAW DC 400 G dan elektroda RD dengan diameter 3,2 mm. Pengujian kekerasan menunjukkan bahwa las dengan arus 80 ampere memiliki kekerasan sebesar 179,11 kg/mm², yang 12,42 kg/mm² lebih tinggi dibandingkan dengan 60 ampere dan 205,29 kg/mm² lebih tinggi dibandingkan dengan 70 ampere. Kekuatan tarik pada las dengan 70 ampere meningkat sebesar 13,76 kg/mm² dibandingkan dengan las pada 60 ampere. Nilai regangan untuk las pada 80 ampere meningkat sebesar 6,02 kg/mm² dibandingkan

dengan bahan baku dan arus 60 serta 70 ampere, dengan peningkatan sebesar 3,82 kg/mm² dibandingkan dengan las pada 70 ampere.

3. Pasaribu et al. 2019 Penelitian ini berfokus pada optimasi parameter proses pengelasan titik resistansi menggunakan logam SECC-AF (JIS G 3313). SECC-AF adalah lembaran SPCC (JIS 3141) yang dilapisi seng, yang mengurangi kemampuan las. Tujuannya adalah untuk mencapai kekuatan tarik geser tertinggi dengan parameter pengelasan titik resistansi yang diberikan. Dengan menggunakan metode Taguchi yang melibatkan empat variabel dan kombinasi eksperimen 4-2, kekuatan tarik geser tertinggi yang tercatat adalah 4,66 kN, sedangkan nilai terendah adalah 3,88 kN.
4. Sukarman and Abdulah 2020 Artikel ini menyajikan analisis eksperimen mengenai optimasi proses pengelasan titik resistansi dengan mesin yang dilengkapi sistem tekanan pneumatik pada kedua elektroda. Penelitian ini melibatkan penggabungan baja galvanis SGCC (JIS G 3302) dengan baja karbon rendah SPHC (JIS 3131). Baja SGCC adalah lembaran SPCC-SD (JIS 3141) yang dilapisi seng sekitar 18,5 mikron, yang mempengaruhi kemampuan las secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mencapai kekuatan tarik geser tertinggi dengan menyesuaikan parameter pengelasan. Dengan menerapkan metode Taguchi yang melibatkan empat variabel dan kombinasi 4-2 (2 level untuk parameter pertama dan 3 level untuk tiga parameter lainnya), kekuatan tarik geser tertinggi sebesar 5758,96 N dicapai dengan waktu kompresi 22 siklus, arus pengelasan 27 kA, waktu pengelasan 0,6 detik, dan waktu penahanan 15 siklus. Arus pengelasan

memiliki dampak paling signifikan, dengan rasio delta S/N sebesar 1,05, diikuti oleh waktu pengelasan, waktu putar, dan waktu penahanan, dengan rasio delta S/N masing-masing 0,67, 0,57, dan 0,29.

5. Haikal, Moch.Chamim, Edy Suryono, Fatimah Nur Hidayah 2021 Penggunaan pengelasan titik resistansi untuk menggabungkan tiga lapisan logam merupakan kemajuan terbaru dalam proses perakitan otomotif. Penelitian ini menilai pengaruh parameter pengelasan, seperti tegangan dan waktu pengelasan, pada sifat fisik dan mekanik sambungan logam yang berbeda antara 316L, SS 400, dan J1. Gaya penjepit elektroda dipertahankan secara konsisten selama eksperimen. Parameter yang digunakan termasuk tegangan 2,02, 2,30, dan 2,67 V, serta waktu pengelasan 3, 4, 5, dan 7,5 detik. Studi ini menemukan bahwa kombinasi tegangan 2,67 V dan waktu pengelasan 7,5 detik mencapai kekuatan tarik geser tertinggi sebesar 11,19 kN, dengan mode kegagalan tarik. Peningkatan tegangan dan waktu pengelasan menghasilkan diameter nugget yang lebih besar dan zona terpengaruh panas (HAZ) yang meluas. Area nugget menunjukkan kekerasan tertinggi akibat pembentukan butiran kolumnar.
6. Habibi, Muhayat, and Triyono 2021 Aluminium, yang dikenal karena kekuatan dan ringannya, sering digunakan dalam bodi mobil dan kereta cepat. Proses pengelasan sangat penting dalam pembuatan komponen-komponen ini. Faktor lingkungan selama pengelasan, seperti kecepatan aliran udara, kelembapan, dan suhu, memiliki dampak signifikan pada sifat

dampak dari las paduan aluminium. Studi ini mengendalikan lingkungan pengelasan dengan menciptakan ruang terisolasi di mana kecepatan aliran udara, kelembapan, dan suhu dapat disesuaikan untuk kondisi optimal. Kondisi lingkungan yang diuji termasuk suhu 17°C, 22°C, dan 27°C; kelembapan relatif 64%, 68%, dan 72%; serta kecepatan aliran udara 1,1 m/s, 1,6 m/s, dan 2,1 m/s. Hasilnya menunjukkan bahwa suhu pengelasan yang lebih rendah mengakibatkan penurunan kekakuan, sementara kecepatan aliran udara dan kelembapan relatif yang lebih rendah meningkatkan kekakuan. Kelembapan tinggi mengandung uap air (hidrogen) yang dapat menyebabkan porositas, dan suhu rendah memperpendek waktu solidifikasi, menyebabkan retak dan porositas. Kecepatan aliran udara mempengaruhi fungsi gas pelindung, menyebabkan kontaminasi logam las. Kondisi pengelasan optimal ditemukan pada kecepatan aliran udara di bawah 1,1 m/s, kelembapan relatif di bawah 64%, dan suhu sekitar 27°C.

7. Fadhil Murdiana, Bobie Suhendra, and Rizal Hanifi 2023 Penelitian ini mengevaluasi dampak variasi waktu pada kekuatan sambungan pengelasan titik portabel dan menilai kekuatan sambungan pada pelat Stainless Steel 201 melalui uji tarik. Pengujian pada sampel dengan berbagai arus pengelasan dan waktu penahanan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut: Variasi waktu secara signifikan mempengaruhi kekuatan sambungan pengelasan titik portabel. Waktu pengelasan yang lebih lama menghasilkan kekuatan sambungan yang lebih tinggi. Pengujian tarik

menunjukkan bahwa beban maksimum terendah tercatat pada sampel A1, yaitu 742,82 N, sementara beban maksimum tertinggi dicapai oleh sampel A5, yaitu 2047,23 N. Sampel A2 hingga A3 menunjukkan peningkatan beban maksimum sebesar 484,91 N, yang disebabkan oleh arus yang lebih tinggi pada sampel A3 dibandingkan A2.

8. Hayyain 2023 *Nut M8* Baut M8, yang digunakan dalam kotak suku cadang yang terbuat dari baja karbon rendah, memainkan peran penting dalam menentukan kekuatan tarik. Proses pengelasan, yang menyambungkan logam dengan energi panas, sangat penting. Pengelasan titik, metode yang menggunakan resistansi listrik, melibatkan penekanan dua pelat logam dengan elektroda sambil arus listrik besar mengalir melalui kedua elektroda. Studi ini mencakup hasil survei dan observasi pada baut M8, pelat, dan bahan kotak suku cadang. Kotak tersebut terbuat dari baja karbon ASTM (C1035) dengan kekuatan tekan 7000 kg/mm² dan kandungan karbon 0,35%. Perhitungan menunjukkan bahwa stres pengelasan pada baut M8 lebih tinggi dibandingkan pada suku cadang, dengan nilai 441,353 kg/mm² dibandingkan 0,00120 kg/mm²
9. Subroto and Tjahyono 2022 Masalah baut las titik yang longgar selama pembongkaran menyebabkan biaya penggantian dan waktu perbaikan yang meningkat, yang dapat mempengaruhi produktivitas. Untuk meningkatkan kekuatan pengelasan titik, dilakukan eksperimen dengan variasi arus pengelasan (25A, 30A, 40A, 50A, dan 60A) dan waktu pengelasan (0,5

hingga 2,5 detik). Tiga puluh sampel dari setiap variasi diuji untuk torsi destruktif dan evaluasi zona terpeng.

10. Ardhi Alfarizzi Tanjung, Budiarto 2013 Penelitian ini menyelidiki bagaimana variasi kekuatan arus dan parameter waktu mempengaruhi proses pengelasan pada pelat baja SPFC590 t1.2 dan Baut T-Nut M10 menggunakan mesin pengelasan titik Dagensha 50 kVA. Tujuannya adalah untuk menilai hasil uji dorong, pembentukan nugget, dan kedalaman penetrasi sesuai dengan standar teknis PT HMC. Desain eksperimen faktorial digunakan untuk mengatur tata letak uji dan menganalisis bagaimana variasi parameter seperti uji dorong, nugget, dan kedalaman penetrasi mempengaruhi pengelasan titik. Hasil uji dorong menunjukkan kekuatan maksimum sebesar 17,7 kN dan minimum 15,4 kN, melebihi standar teknis 6,5 kN. Dalam pengujian nugget, lebar lelehan meningkat seiring waktu lelehan, membentuk nugget setelah suhu kembali normal. Ukuran rata-rata nugget yang tercatat adalah 5,6 mm, yang juga melebihi standar teknis. Kedalaman penetrasi meningkat dengan waktu pengelasan, dan meskipun kekuatan arus dan waktu pengelasan mempengaruhi ukuran nugget dan kedalaman penetrasi, keduanya juga dapat mengurangi kekuatan uji dorong. Jumlah pelat yang tidak terlas tetap minimal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu pendekatan ilmiah yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono 2014). Salah satu jenis metode penelitian yang diterapkan adalah metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya dalam suatu kondisi yang ketat dan terkendali. (Sugiyono 2014) menjelaskan bahwa penelitian eksperimen merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan untuk mengungkap dampak dari perlakuan tertentu terhadap variabel lainnya dalam lingkungan yang terkendali.

Penelitian ini menggunakan variabel perbandingan perbedaan waktu pengelasan *Spot Welding* sambungan *nut* M8 pada *Bracket Fuel tank* untuk mengetahui sifat mekanik dari perbedaan waktu pengelasan menggunakan pengujian torsi dan pengujian tekan.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Jadwal penelitian merupakan rencana penelitian dari awal persiapan sampai akhir penyelesaian. Jadwal penelitian ini dibuat sebagai batasan waktu atau target waktu penyelesaian penelitian. Pengujian ini akan dilakukan di tempat dan waktu sebagai berikut :

1. Proses pembuatan benda uji di tempat praktek PT. Trimitra Marganda Unggul Tegal.



Gambar 3. 1 Peta PT. TMU
Sumber : Dokumen Pribadi

2. Pengujian torsi di PT. Trimitra Marganda Unggul Tegal.
3. Pengujian tekan di Laboratorium UGM Yogyakarta..

Tabel 3. 1 Kalender Penelitian

NO.	KEGIATAN	2023			2024		
		Okt	Nov	Des	Jan	Feb	August
1.	Persiapan						
	a. Pengajuan Judul						
	b. Mencari Referensi						
	c. Menyusun Proposal						
2.	Pelaksanaan						
	a. Seminar Proposal						
	b. Pembuatan Spesimen						
	c. Pengujian Spesimen						
3.	Penyelesaian						
	a. Pengolahan Data						
	b. Penyusunan Skripsi						
	c. Ujian Skripsi						

Sumber : Dokumen pribadi

C. Instrumen Penelitian dan Desain Pengujian

Instrumen penelitian ini merupakan kebutuhan untuk menjalankan penelitian pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8 mulai dari alat-alat dan bahan.

1. Bahan

a. Bracket Fueltank

Berbahan dasar plat SHGA270D-45 dengan tebal 1,6 mm, dan lebar 320 mm.



Gambar 3. 2 Plat SHGA270D-45
Sumber : Dokumentasi PT. TMU

b. *Stainless Steel Hex Flanged Nut M8.*



Gambar 3. 3 *Nut M8*
Sumber : Dokumentasi PT. TMU

2. Alat-alat

a. *Mesin spot welding*

Mesin spot welding ini digunakan sebagai pengelasan untuk menyambungkan *nut* dengan *Bracket Fueltank*.



Gambar 3. 4 Mesin *Spot Welding*
Sumber : Dokumentasi PT. TMU

b. Mesin *shearing*

Mesin *shearing* ini berfungsi sebagai alat potong lembaran plat sesuai ukuran yang diinginkan.



Gambar 3. 5 Mesin *Shearing*
Sumber : (Eren 2023)

c. Mesin bor

Mesin bor ini berfungsi sebagai alat untuk membuat sebuah lubang pada *part* dengan ukuran diameter yang sudah ditentukan.



Gambar 3. 6 Mesin Bor
Sumber : Dokumentasi Pribadi

d. Gerinda

Mesin ini berfungsi menghaluskan permukaan yang diasah dan membersihkan karat di beberapa bagian plat.



Gambar 3. 7 Gerinda Tangan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

e. *Compressor*

Compressor berfungsi sebagai Mengambil gas atau udara dari sekitar, untuk kemudian diberi tekanan di dalam tabung dan disalurkan kembali sebagai udara bertekanan



Gambar 3. 8 *Compressor*
Sumber : Dokumentasi Pribadi

D. Rancangan Peralatan

Rancangan pembuatan *Bracket Fuel tank* berbahan dasar plat SHGA270D-45 dengan panjang 1219 mm, lebar 320 mm dan tebal 1,6 mm. yang disambungkan dengan *Stainless Steel Hex Flanged Nut* M8.



Gambar 3. 9 *Bracket Fuel tank*
Sumber : Dokumentasi PT. TMU

E. Langkah-langkah Pembuatan Spesimen

1. Siapkan plat SHGA270D-45 dan *Stainless Steel Hex Flanged Nut* M8.
2. Potong plat menggunakan mesin *shearing* dengan ukuran 320mm x 80mm sejumlah 2 lembar.

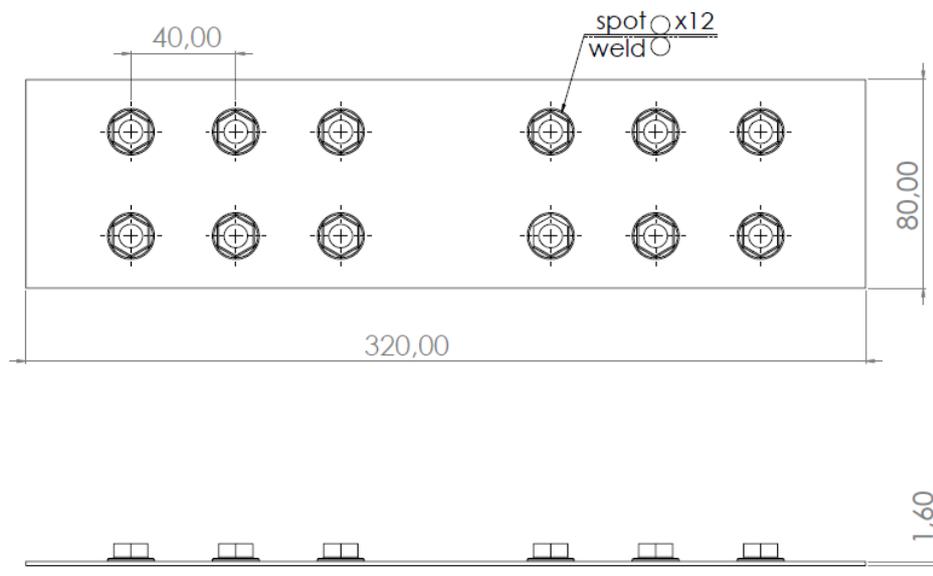
3. Lubangi plat menggunakan mesin bor dengan diameter 9mm dan jarak antar lubang 40mm.
4. Pasang *nut* M8 pada plat SHGA270D-45 menggunakan mesin *spot welding* sesuai ukuran yang ditentukan.

F. Spesimen Pengujian

1. Pengujian Torsi

Pengujian specimen dilakukan untuk mengetahui kekuatan pengelasan sambungan *nut* pada *Bracket Fuel tank*. Metode uji pada pengujian ini menggunakan *standard* ESX87010 (Jatikusuma and Huda 2022). Ketentuan uji torsi sebagai berikut:

- a. Panjang specimen 320mm
- b. Lebar specimen 80mm
- c. Tebal specimen 1,6mm
- d. Jarak antar lubang 40mm



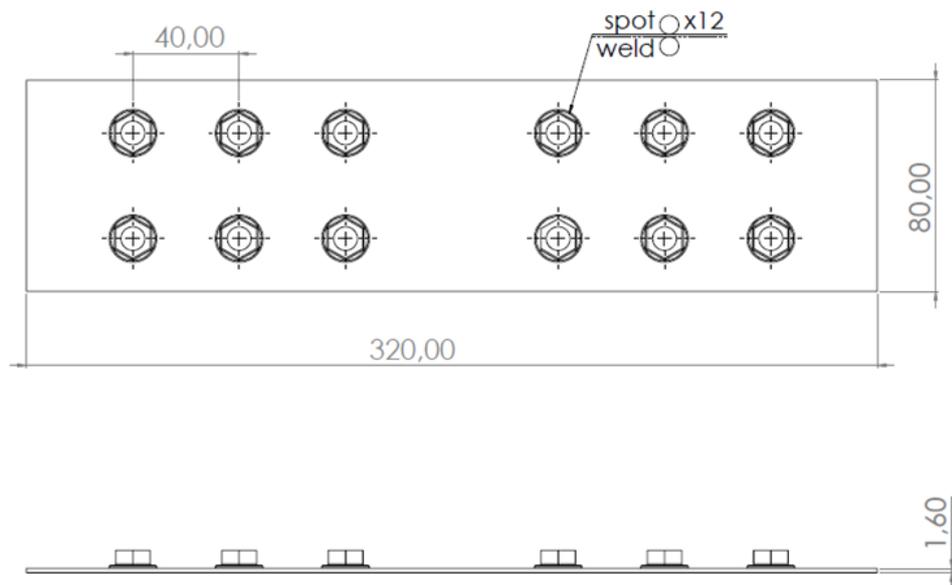
Gambar 3. 10 Spesimen Uji Torsi
Sumber : Dokumen Pribadi

Untuk mengetahui perhitungan kekuatan torsi yang digunakan yaitu pada persamaan (2.1)

2. Pengujian Tekan

Pengujian tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan pengelasan sambungan *nut* pada *Bracket Fueltank*. Metode uji pada pengujian ini menggunakan *standard ESX87010* (Jatikusuma and Huda 2022). Ketentuan uji tekan sebagai berikut:

- Panjang spesimen 320mm
- Lebar specimen 80mm
- Tebal specimen 1,6mm
- Jarak antar lubang 40mm



Gambar 3. 11 Spesimen Uji Tekan

Sumber : Dokumen Pribadi

Untuk mengetahui perhitungan kekuatan tekan yang digunakan yaitu pada persamaan (2.2)

G. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini variabel bebas dan variabel terikat yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas (*independent*) variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel *dependen* (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini yang termasuk variabel *independent* adalah variasi waktu pengelasan yaitu 5 cycle, 6 cycle, 7 cycle, dan 8 cycle.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat (*dependen*) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2014). Variabel *dependen* dalam penelitian ini adalah kekuatan torsi dan kekuatan tekan.

H. Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi dilakukan di PT. Trimitra Marganda Unggul Tegal, meliputi bagaimana pengaruh variasi waktu pengelasan terhadap pengelasan *spot welding* sambungan *nut* m8 pada *Bracket Fuel tank*.

2. Eksperimen

Melihat observasi diatas, maka dilakukan eksperimen dengan variasi waktu pengelasan *spot welding* yaitu 5 cycle, 6 cycle, 7 cycle, dan 8 cycle.

I. Metode Analisis Data

Metode yang digunakan untuk mengolah data menggunakan hasil dari masing-masing pengujian dari torsi dan tekan dengan mengambil nilai rata-rata.

Tabel 3. 2 Pengambilan data Pengujian Torsi

NO	Tipe Nut	Parameter					Tmax (N.m)	Rata-rata
		Weld Time (cycle)	Weld Current (kA)	Hold Time (cycle)	Squeeze Time (cycle)	Preassure (MPa)		
1	Nut M8	5						
2	Nut M8	5						
3	Nut M8	5						
4	Nut M8	6						
5	Nut M8	6						
6	Nut M8	6						
7	Nut M8	7						
8	Nut M8	7						
9	Nut M8	7						
10	Nut M8	8						
11	Nut M8	8						
12	Nut M8	8						

Sumber : Dokumen PT. TMU

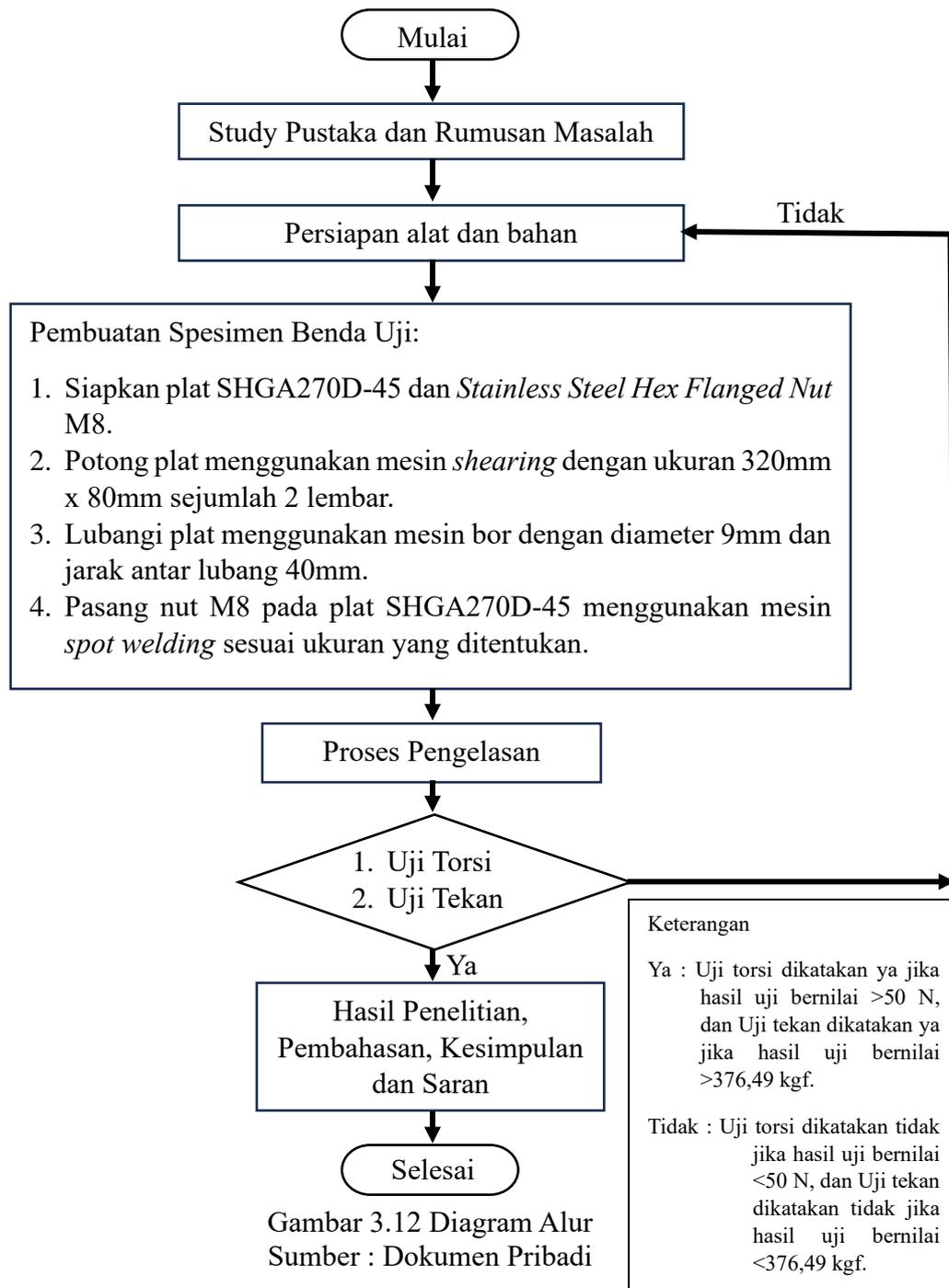
Tabel 3. 3 Pengambilan data Pengujian Tekan

NO	Tipe Nut	Parameter					Pmax (kN)	Rata-rata
		Weld Time (cycle)	Weld Current (kA)	Hold Time (cycle)	Squeeze Time (cycle)	Preassure (MPa)		
1	Nut M8	5						
2	Nut M8	5						
3	Nut M8	5						
4	Nut M8	6						
5	Nut M8	6						
6	Nut M8	6						
7	Nut M8	7						
8	Nut M8	7						
9	Nut M8	7						
10	Nut M8	8						
11	Nut M8	8						
12	Nut M8	8						

Sumber : Dokumen PT. TMU

J. Diagram Alur

Diagram alur menjelaskan jalannya penelitian pengaruh waktu pengelasan terhadap pengelasan *spot welding* sambungan *nut* M8 pada *Bracket Fuel tank* bisa dilihat pada diagram alur berikut ini.



Gambar 3.12 Diagram Alur
Sumber : Dokumen Pribadi