

## **SURAT TUGAS**

Nomor : 1534/D/LL/2024

***Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,***

Pimpinan Fakultas Teknologi Industri dan Informatika Universitas Muhammadiyah  
Prof. DR. HAMKA, memberikan tugas kepada :

Nama : **1. Riyan Ariyansah, S.T., M.T.**  
**2. Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.**  
**3. Ir. Rifky, S.T., M.M., M.T., IPP.**  
**4. Oktarina Heriyani, S.Si., M.T.**  
**5. Agus Fikri, S.T., M.M., M.T.**  
**6. Delvis Agusman, S.T., M.Sc.**  
**7. Pancatatva Hesti Gunawan, ST., MT.**

Tugas : Penguji Sidang Skripsi Program Studi Teknik Mesin  
FTII UHAMKA (Jadwal Terlampir)

Waktu : Rabu - Jumat, 13 - 15 November 2024  
Jam 08.30 – 16:00 WIB

Tempat : Ruang FT.302 dan Smartclass

Lain-lain : Setelah melaksanakan tugas agar memberi laporan secara tertulis  
kepada Pimpinan Fakultas Teknologi Industri dan Informatika  
UHAMKA

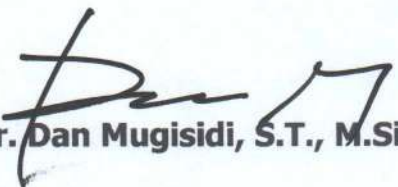
Demikian surat tugas ini disampaikan, agar dapat dilaksanakan dengan sebaik-  
baiknya sebagai amanah dan ibadah kepada Allah SWT

***Wabillahit taufiq walhidayah,***

***Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh***

Jakarta, 11 November 2024 M  
09 Jumadil Awal 1446 H

 Dekan

  
**Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.**

**Tembusan :**

1. Wakil Dekan I & II;
2. Kaprodi Teknik Mesin;
3. KTU FTII UHAMKA.



**JADWAL SIDANG SKRIPSI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA**  
**SEMESTER GASAL T.A. 2024/2025 (BATCH 1)**

| No | Nama                      | NIM        | Jenis Tugas Akhir | Bidang Keahlian | Judul Tugas Akhir                                                                                                               | Dosen Pembimbing 1              | Penguji 1 (Ketua Sidang)        | Penguji 2                       | Hari, tanggal           | Jam             | Ruang           |
|----|---------------------------|------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 1  | Chaidar hanif             | 1903035027 | Skripsi           | Material        | PENGARUH VARIASI WAKTU TEKAN TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FRICTION WELDING ALUMINIUM DAN TEMBAGA                      | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Ir. Rifky, ST.,MM.,MT.,IPP      | Agus Fikri,ST.,MM.,MT.          | Rabu, 13 November 2024  | 08.30-09.30 WIB | Smartclass Room |
| 2  | Ridho Dwi Anugrah         | 1903035002 | Skripsi           | Material        | Pengaruh Variasi Waktu Gesek Terhadap Intermetalik Pada Pengelasan Friction Welding Alumunium Dan Tembaga                       | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Dr. Dan Mugisidi, ST., M.Si.    | Delvis Agusman, ST.,M.Sc        | Rabu, 13 November 2024  | 09.45-10.45 WIB | Smartclass Room |
| 3  | Dicky Septia Rizki        | 1803035011 | Skripsi           | Mechanical      | PERANCANGAN MESIN PENGUPAS KULIT SINGKONG SECARA OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN TENAGA PENGGERAK MOTOR LISTRIK                     | Hendi Saryanto, S.T., M.Eng     | Dr. Dan Mugisidi, ST., M.Si.    | Oktarina Heriyani, S.Si.,MT.    | Kamis, 14 November 2024 | 08.30-09.30WIB  | Smartclass Room |
| 4  | Ryan Hendro Cahyo         | 1803035069 | Skripsi           | Mechanical      | ANALISIS PENGARUH FREKUENSI NATURAL TERHADAP KEKUATAN DEFORMASI PADA PELEK RING 15 MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA             | Pancatutva H. Gunawan, ST., MT. | Agus Fikri,ST.,MM.,MT.          | Delvis Agusman,ST.,M.Sc         | Kamis, 14 November 2024 | 08.30-09.30WIB  | R.FT302         |
| 5  | Syahrul Amin              | 2003035025 | Skripsi           | Material        | Pengaruh Lubang Kerucut Pada Aluminium Terhadap Sifat Mekanik Pada Pengelasan Gesek Aluminium Dan Tembaga                       | Agus Fikri, S.T., M.T.          | Delvis Agusman,ST.,M.Sc         | Pancatutva H. Gunawan, ST., MT. | Kamis, 14 November 2024 | 09.45-10.45 WIB | R.FT302         |
| 6  | Rizki adhitya rusneli     | 1903035009 | Skripsi           | Material        | PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT FISIKA PADA PENGELASAN FRICTION WELDING ALUMINIUM DAN TEMBAGA                       | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Dr. Dan Mugisidi, ST., M.Si.    | Pancatutva H. Gunawan, ST., MT. | Kamis, 14 November 2024 | 13.00-14.00 WIB | Smartclass Room |
| 7  | Rendy setiawan aji        | 1903035076 | Skripsi           | Material        | Pengaruh Variasi Waktu Gesek Terhadap Sifat Mekanik Pada Pengelasan Friction Welding Alumunium Dan Tembaga                      | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Pancatutva H. Gunawan, ST., MT. | Delvis Agusman,ST.,M.Sc         | Kamis, 14 November 2024 | 14.15-15.15 WIB | Smartclass Room |
| 8  | Muhamad Ikbai Giovanika   | 1903035074 | Skripsi           | Mechanical      | ANALISI PENGARUH VARIASI SUDUT JARI-JARI TERHADAP KETAHANAN STRUKTUR PELEK RING 17 MELALUI SIMULASI UJI IMPAK MENGGUNAKAN ANSYS | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Agus Fikri, ST.,MM.,MT.         | Ir. Rifky, ST.,MM.,MT.          | Jumat, 15 November 2024 | 08.00-09.00 WIB | Smartclass Room |
| 9  | Rifki Arya Ramadhan       | 2003035009 | Skripsi           | Material        | PENGARUH VARIASI LUBANG CONE TERHADAP SIFAT INTERMETALIK PADA PENGELASAN FRICTION WELDING ALUMINIUM DAN TEMBAGA                 | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Delvis Agusman, ST.,M.Sc        | Agus Fikri,ST.,MM.,MT.          | Jumat, 15 November 2024 | 09.15-10.15 WIB | Smartclass Room |
| 10 | DIMAS NUR CHOLISH IBRAHIM | 1803035047 | Skripsi           | Material        | PENGARUH VARIASI PERMUKAAN STUD TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FRICTION WELDING ALUMINIUM 6061 DAN TEMBAGA              | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Agus Fikri,ST.,MM.,MT.          | Oktarina Heriyani,S.Si.,MT.     | Jumat, 15 November 2024 | 13.30-14.30 WIB | Smartclass Room |
| 11 | TIO CHANDRA WIDIANSYAH    | 1803035033 | Skripsi           | Material        | PENGARUH VARIASI PERMUKAAN CONE TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FRICTION WELDING ALUMINIUM DAN TEMBAGA                   | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.     | Oktarina Heriyani,S.Si.,MT.     | Delvis Agusman, ST.,M.Sc        | Jumat, 15 November 2024 | 14.45-15.45 WIB | Smartclass Room |

Jakarta, 11 November 2024

Dekan,

  
 Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.

|                                                                                                                                                                              |                                |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| <br>Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika<br>Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA | <b>LEMBAR<br/>BERITA ACARA</b> | Form No :                             |
|                                                                                                                                                                              |                                | 15/11/Prodi-TM/Akad/2024              |
|                                                                                                                                                                              |                                | <b>Program Studi<br/>Teknik Mesin</b> |

*Bismillahirrahmaanirrahiim*

Pada hari ini Jumat, 15 November 2024 telah diadakan ujian Tugas Akhir / Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Dan Informatika UHAMKA

Dengan Susunan sebagai berikut :

|   |                               |                             |
|---|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Agus Fikri, ST., MM., MT.     | Ketua Sidang/ Penguji 1     |
| 2 | Oktarina Heriyani, S.Si., MT. | Anggota Sidang/penguji 2    |
| 3 | Riyan Ariyansah, S.T., M.T.   | Anggota Sidang/Pembimbing 1 |
| 4 |                               | Anggota Sidang/Pembimbing 2 |

Dengan peserta ujian :

|               |                                  |             |                   |
|---------------|----------------------------------|-------------|-------------------|
| <b>Nama :</b> | <b>DIMAS NUR CHOLISH IBRAHIM</b> | <b>NIM:</b> | <b>1803035047</b> |
|---------------|----------------------------------|-------------|-------------------|

|                       |                                                                                                                           |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Judul Skripsi:</b> | <b>PENGARUH VARIASI PERMUKAAN STUD TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FRICTION WELDING ALUMINIUM 6061 DAN TEMBAGA</b> |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

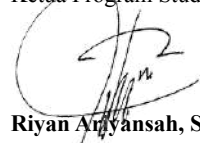
Nilai ujian Penguji & Pembimbing

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| 1            | Penguji 1    | <b>71</b>    |
| 2            | Penguji 2    | <b>68</b>    |
| 3            | Pembimbing 1 | <b>80</b>    |
| 4            | Pembimbing 2 |              |
| <b>Nilai</b> |              | <b>74.75</b> |

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Peserta sidang tersebut dinyatakan | <b>LULUS</b> |
| Dengan Predikat Nilai              | <b>B</b>     |

Demikian berita acara ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Ketua Program Studi



**Riyan Ariyansah, S.T., M.T**

Jumat, 15 November 2024

Panitia Ujian TA / Skripsi

Ketua Sidang



**Agus Fikri, ST., MM., MT.**



**PENGARUH VARIASI PERMUKAAN *STUD* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA *ROTARY FRICTION WELDING*  
ALUMINIUM 6061 DAN TEMBAGA**

**SKRIPSI**



Oleh:

**Dimas Nur Cholish I.**

**1803035047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2024**

**PENGARUH VARIASI PERMUKAAN *STUD* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA *ROTARY FRICTION WELDING*  
ALUMINIUM 6061 DAN TEMBAGA**

**SKRIPSI**

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

**Dimas Nur Cholish I.**

**1803035047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH VARIASI PERMUKAAN *STUD* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA *ROTARY FRICTION WELDING* ALUMINIUM 6061 DAN  
TEMBAGA

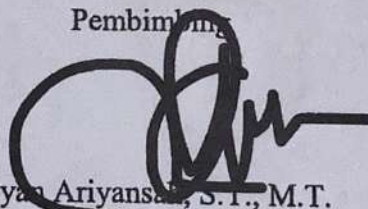
SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:  
Dimas Nur Cholish  
1803035047

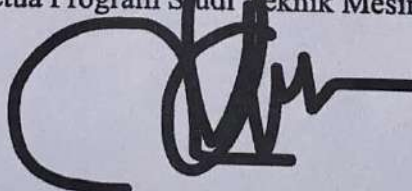
Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri dan Informatika  
Tanggal, 2 November 2024

Pembimbing



Riyan Ariyansah, S.T., M.T.  
NIDN. 0324069102

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Riyan Ariyansah, S.T., M.T.  
NIDN. 0324069102

## HALAMAN PENGESAHAN

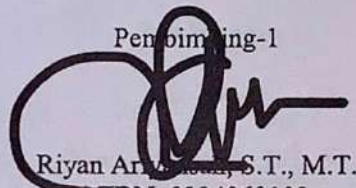
PENGARUH VARIASI PERMUKAAN *STUD* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA *ROTARY FRICTION WELDING* ALUMUNUM 6061  
DAN TEMBAGA

SKRIPSI

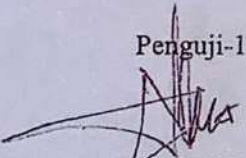
Oleh:  
Dimas Nur Cholish  
1803035047

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri dan Informatika  
Tanggal, 15 November 2024

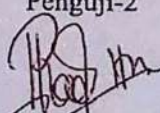
Penguji-1

  
Riyan Ariyansah, S.T., M.T.  
NIDN. 0324069102

Penguji-1

  
Agus Fikri, S.T., M.T.  
NIDN. 0319087101

Penguji-2

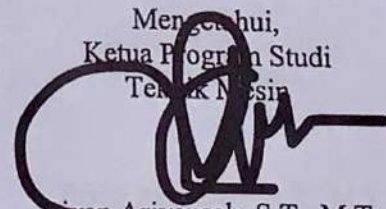
 3/12-24.  
Oktarina Heriyani, S.Si., M.T.  
NIDN. 0305067702

Mengesahkan,  
Dekan

Fakultas Teknologi Industri dan  
Informatika UHAMKA

  
Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si  
NIDN. 0301126901

Mengesahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

  
Riyan Ariyansah, S.T., M.T.  
NIDN. 0324069102

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Dimas Nur Cholish I  
NIM : 1803035047  
Judul skripsi : Pengaruh Variasi Permukaan *Stud* Terhadap Sifat Mekanik Pada *Rotary Friction Welding* Alumunium 6061 Dan Tembaga

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 02 November 2024



Dimas Nur Cholish I.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini didasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata-1 dan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.

Pada kesempatan ini saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu selaku orang tua yang selalu memberikan dukungan baik secara emosional maupun penilaian sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan Strata-1.
2. Riyan Ariyansah, ST., MT. selaku pembimbing yang selalu memberikan arahan dan masukan selama proses penelitian hingga penulisan.
3. Agus Fikri, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik yang telah memberi arahan selama perkuliahan.
4. Dosen Program Studi Teknik Mesin UHAMKA yang telah membagikan ilmu dan pengalamannya selama perkuliahan.
5. Mahasiswa Teknik Mesin UHAMKA khususnya angkatan 2018.

Dalam penulisan skripsi ini terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan masukannya.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

## PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dimas Nur Cholish I  
NIM : 1803035047  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

---

Pengaruh Variasi Permukaan *Stud* Terhadap Sifat Mekanik Pada *Rotary Friction Welding* Aluminium 6061 Dan Tembaga

---

Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 02 November 2024



Dimas Nur Cholish I.

## ABSTRAK

### **Pengaruh Variasi Permukaan *Stud* Terhadap Sifat Mekanik Pada Rotary Friction Welding Aluminium 6061 Dan Tembaga**

Dimas Nur Cholish I

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pola permukaan *stud* terhadap sifat mekanik sambungan aluminium 6061 dan tembaga pada proses *rotary friction welding*, dikarenakan penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada implementasi permukaan *stud* dengan tekstur (halus-kasar) tanpa mengeksplorasi variasi permukaan yang lebih kompleks (berpola). Variasi pola permukaan *stud* yang diuji meliputi poros-polos, poros-lubang, dan payung-polos. Pengujian dilakukan untuk menentukan kekuatan tarik (MPa) dan kekerasan (HV) pada tiga spesimen dengan pola permukaan *stud* yang berbeda. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa spesimen dengan pola poros-polos memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 28,71 MPa, diikuti oleh poros-lubang dengan nilai 18,56 MPa, dan payung-polos dengan nilai 14,60 MPa. Pada pengujian kekerasan *vickers* di *welding zone*, spesimen dengan pola payung-polos mencatat nilai kekerasan tertinggi sebesar 88,0 HV, diikuti oleh poros-polos sebesar 86,9 HV, dan poros-lubang sebesar 82,7 HV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola permukaan *stud* memiliki pengaruh signifikan terhadap distribusi panas, tekanan, dan deformasi plastis selama proses pengelasan, yang mempengaruhi sifat mekanik sambungan. Pola poros-polos unggul dalam kekuatan tarik, sedangkan pola payung-polos menghasilkan kekerasan terbaik di *welding zone*. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknik pengelasan gesek untuk aplikasi material berbeda seperti aluminium 6061 dan tembaga.

**Kata kunci:** Pengelasan gesek, Aluminium 6061, Tembaga, Permukaan *stud*, Sifat mekanik

### ***The Effect of Stud Surface Variation on the Mechanical Properties of Friction Welded Aluminum 6061 and Copper***

Dimas Nur Cholish I

*This study aims to investigate the effect of variations in stud surface patterns on the mechanical properties of aluminum 6061 and copper joints in the rotary friction welding process. Previous studies have focused more on the implementation of stud surfaces with textures (smooth-rough) without exploring more complex surface variations (patterned). The variations of stud surface patterns tested include cylindrical-smooth, cylindrical-hole, and umbrella-smooth. Testing was conducted to determine tensile strength (MPa) and hardness (HV) for three specimens with different stud surface patterns. The tensile test results show that the specimen with the cylindrical-smooth pattern had the highest tensile strength of 28.71 MPa, followed by the cylindrical-hole pattern with a value of 18.56 MPa, and the umbrella-smooth pattern with a value of 14.60 MPa. In the Vickers hardness test at the welding zone, the specimen with the umbrella-smooth pattern recorded the highest hardness value of 88.0 HV, followed by the cylindrical-smooth pattern with 86.9 HV, and the cylindrical-hole pattern with 82.7 HV. The results of this study indicate that stud surface patterns have a significant impact on heat distribution, pressure, and plastic deformation during the welding process, which affects the mechanical properties of the joint. The cylindrical-smooth pattern excels in tensile strength, while the umbrella-smooth pattern results in the best hardness at the welding zone. This study contributes to the development of friction welding techniques for applications involving dissimilar materials such as aluminum 6061 and copper.*

**Keywords:** Friction welding, Aluminum 6061, Copper, Stud surface, Mechanical properties

## DAFTAR ISI

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                                        | i   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                                         | ii  |
| PERNYATAAN KEASLIAN .....                                                        | iii |
| KATA PENGANTAR .....                                                             | iv  |
| PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....              | v   |
| ABSTRAK .....                                                                    | vi  |
| DAFTAR ISI .....                                                                 | vii |
| DAFTAR TABEL .....                                                               | ix  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                              | x   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                            | xi  |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....                                                         | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                         | 1   |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                                      | 2   |
| 1.3 Batasan Penelitian .....                                                     | 2   |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                                                      | 2   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                                     | 2   |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                                                  | 3   |
| BAB 2. DASAR TEORI .....                                                         | 4   |
| 2.1 Pengelasan .....                                                             | 4   |
| 2.2 Pengelasan Gesek ( <i>Friction welding</i> ) .....                           | 4   |
| 2.3 Prinsip Kerja Las Gesek .....                                                | 5   |
| 2.4 Pengelasan Gesek pada Material Berbeda ( <i>Dissimilar Materials</i> ) ..... | 6   |
| 2.5 Aluminium 6061 .....                                                         | 6   |
| 2.6 Tembaga (Cu) .....                                                           | 7   |
| 2.7 Permukaan <i>Stud</i> dalam <i>Rotary Friction welding</i> .....             | 7   |
| 2.8 Pengujian Tarik ( <i>Tensile Test</i> ) .....                                | 8   |
| 2.9 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....                                     | 9   |
| BAB 3. METODOLOGI .....                                                          | 11  |
| 3.1 Alur Penelitian .....                                                        | 11  |
| 3.2 Alat dan Material .....                                                      | 12  |
| 3.2.1 Alat .....                                                                 | 12  |
| 3.2.2 Material .....                                                             | 13  |
| 3.3 Pembuatan Spesimen Penelitian .....                                          | 13  |
| 3.4 Proses Pengelasan Gesek .....                                                | 15  |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.5 Pengujian Spesimen .....</b>                       | <b>16</b> |
| <b>3.5.1 Pengujian Tarik.....</b>                         | <b>16</b> |
| <b>3.5.2 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....</b>     | <b>17</b> |
| <b>3.6 Pengolahan Data .....</b>                          | <b>18</b> |
| <b>3.7 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>              | <b>18</b> |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                   | <b>19</b> |
| <b>4.1 Kekuatan Tarik .....</b>                           | <b>19</b> |
| <b>4.2 Kekerasan <i>Vickers</i> .....</b>                 | <b>20</b> |
| <b>4.3 Analisis Hasil Pengujian Ketiga Spesimen .....</b> | <b>23</b> |
| <b>BAB 5. SIMPULAN .....</b>                              | <b>25</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>                               | <b>25</b> |
| <b>5.2 Saran .....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>DAFTAR REFERENSI .....</b>                             | <b>26</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                      | <b>31</b> |