

**STUDI PENGARUH SUBSTITUSI Cu TERHADAP  
KEKUATAN TARIK DAN TEKAN AlCu AMORF  
MENGUNAKAN SIMULASI DINAMIKA MOLEKULER**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)  
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO  
2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Abrar Putra Maulana  
Nim : 21511595  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Studi Pengaruh Substitusi Cu Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan AlCu Amorf Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 15 Agustus 2025

Menyetujui,

Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.

NIK. 19870920 201204 12



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 19860803 201909 13



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Edy Kurniawan, S.T., M.T.

NIK.19771026 200810 12



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK.19860803 201909 13

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abrar Putra Maulana

NIM : 21511595

Progam Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul “Studi Pengaruh Substitusi Cu Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekan Paduan AlCu Amorf Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/ teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar- benarnya.

Ponorogo, 9 agustus 2025

Mahasiswa,



Abrar Putra Maulana

NIM. 21511595

## HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Abrar Putra Maulana

Nim : 21511595

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul : Studi Pengaruh Substitusi Cu Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan  
AlCu Amorf Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler.

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 7 Agustus 2025

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.  
NIK. 19870920 201204 12

Anggota Penguji I

Dr. Sudarno, S.T., M.T.  
NIK. 19680705 199904 11

Anggota Penguji II

Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK. 19800220 202109 12



Mengetahui,



Dekan Fakultas Teknik

Edy Kurniawan, S.T., M.T.  
NIK.19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T.  
NIK.19860803 201909 13



## BERITA ACARA BIMBINGAN

### BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Abbar Putra M

NIM : 21511595

Judul Skripsi : Studi Pengaruh komposisi Cu terhadap  
ketahanan tarik dan tekan AlCu Amorf

Dosen Pembimbing Utama : Rizal Arifin . S. Si . M. Si . M. Sc . Ph. D. ....

#### PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal    | Materi Yang<br>Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                    | Tanda<br>Tangan |
|----|------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | 28/10/2024 | Konsultasi<br>Judul            | Acc Judul                                                   | <u>Ril</u>      |
| 2  | 29/11/24   | Konsultasi<br>Bab 1            | - Revisi Bab Latar belakang<br>- Pengubahan kalimat<br>-    | <u>Ril</u>      |
| 3  | 6/12/24    | Revisi<br>Bab 1                | - Mengubah rumusan masalah<br>- menambahkan batasan masalah | <u>Ril</u>      |
| 4  | 13/12/24   | konsultasi<br>Bab 2            | - Menambahkan rumus tegangan regangan                       | <u>Ril</u>      |

| No | Tanggal    | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                                                                                                | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 5  | 20/12/24   | Revisi Bab 2                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengurangi Potensial yang tidak digunakan</li> <li>- Menambahkan potensial ensemble</li> </ul> | <u>Pil</u>   |
| 6  | 2/01/24    | Konsul Bab 3                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merevisi Flowchart</li> <li>- menambahkan <del>ke</del> Variasi konsentrasi Al Cu</li> </ul>   | <u>Pil</u>   |
| 7  | 7/01/24    | Revisi Bab 3                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menambahkan Uji Simulasi yang benar</li> <li>- Merubah temperatur pengujian</li> </ul>         | <u>Pil</u>   |
| 8  | 15/01/24   |                             | Acc Sempro                                                                                                                              | <u>Pil</u>   |
| 9  | 13/06/2025 | Bab 4                       | Memhvat directory Pada Mohaxterm dan Persiapan Software Simulasi                                                                        | <u>Pil</u>   |
| 10 | 26/06/2025 | Bab 4                       | Memhvat Struktur awal alumunium                                                                                                         | <u>Pil</u>   |



| No | Tanggal    | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                            | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 11 | 4/07/2025  | Bab 4                       | Revisi Penulisan Sub bab                                            | <u>Ril</u>   |
| 12 | 8/7/2025   | Bab 4                       | Pengujian Meeting                                                   | <u>Ril</u>   |
| 13 | 14/07/2025 | Bab 4                       | Pengujian setelah Paduan meeting                                    | <u>Ril</u>   |
| 14 | 21/07/2025 | Bab 4                       | Pengujian tarik dan tekan dan Pengambilan data modulus dan tegangan | <u>Ril</u>   |
| 15 | 25/07/2025 | Bab 5                       | Revisi bab 5 kesimpulan dan saran                                   | <u>Ril</u>   |
| 16 | 30/07/2025 |                             | <u>Ace hidang</u>                                                   | <u>Ril</u>   |

## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Abrar Putra M  
 NIM : 21511595  
 Judul Skripsi : Studi Pengaruh Komposisi Cu terhadap kekuatan tarik dan tekan AlCu amorf menggunakan Simulasi Dinamika molekuler  
 Dosen Pembimbing Pendamping : Yo.Yak WINARDI, S.T., M.T.

### PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal  | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                          | Tanda Tangan                                                                          |
|----|----------|-----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 28/10/24 |                             | Acc Judul                                         |   |
| 2  | 20/11/24 | Konsultasi Bab 1            | - Revisi Latar Belakang                           |  |
| 3  | 29/11/24 | Revisi Bab 1                | - Menambahkan rumusan masalah dan batasan masalah |  |
| 4  | 10/12/24 | Konsultasi Bab 2            | - Menambahkan tabel karakteristik Al dan Cu       |  |



| No | Tanggal             | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                | Tanda Tangan                                                                          |
|----|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | 23/12/24            | Revisi Bab 2                | - Mengganti kutipan pada gambar dengan format IEEE      |    |
| 6  | 31/12/24            | Konsultasi Bab 3            | - Menambahkan diagram alur penelitian                   |    |
| 7  | 4/1/24              | Revisi Bab 3                | - Sedikit merubah alur simulasi dan suhu ruang          |   |
| 8  | 20/1/24             |                             | Acc Sempra                                              |  |
| 9  | Rabu<br>7/05/2025   | Proses Simulasi Bab 4       | memperiapkan software dan Pembuatan directory mahasiswa |  |
| 10 | Senin<br>19/05/2025 | Bab 4                       | Pembuatan struktur awal <del>simulasi</del> Almunium    |  |

| No | Tanggal             | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                                                          | Tanda Tangan                                                                          |
|----|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | Jumat<br>20/06/2025 | Bab 4                       | menjalankan simulasi dinamik molekuler pada uji tarik                                             |    |
| 12 | 30/06/2025          | Bab 4                       | menjalankan simulasi untuk uji tekan                                                              |    |
| 13 | 07/07/2025          | Bab 4                       | Analisa data hasil dari simulasi uji tarik dan tekan, serta pembuatan gambar Visualisasi di ovito |   |
| 14 | 16/07/2025          | Bab 4                       | Analisis data dengan mengip tekan untuk mengetahui nilai modulus, tegangan max dan luluh          |  |
| 15 | 24/07/2025          | Bab 5                       | Revisi kesimpulan dan Saran                                                                       |  |
| 16 | 25/07/2025          |                             | Acc Sidang                                                                                        |  |



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO

LEMBAGA LAYANAN PERPUSTAKAAN

Jalan Budi Utomo No. 10 Ponorogo 63471 Jawa Timur Indonesia

Telp. (0352) 481124, Fax (0352) 461796, e-mail : [lib@umpo.ac.id](mailto:lib@umpo.ac.id)

website : [www.library.umpo.ac.id](http://www.library.umpo.ac.id)

TERAKREDITASI A

(SK Nomor 000137/ LAP.PT/ III.2020)

NPP. 3502102D2014337

---

**SURAT KETERANGAN**  
**HASIL SIMILARITY CHECK KARYA ILMIAH MAHASISWA**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**

Dengan ini kami nyatakan bahwa karya ilmiah ilmiah dengan rincian sebagai berikut :

**Nama** : Abrar Putra Maulana  
**NIM** : 21511595  
**Judul** : Studi Pengaruh Substitusi Cu Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan AlCu Amorf Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler  
**Fakultas / Prodi** : Teknik Mesin

**Dosen pembimbing :**

1. Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., P.hd.
2. Yoyok Winardi, S.T., M.T.

Telah dilakukan check plagiasi berupa **Skripsi** di Lembaga Layanan Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Ponorogo dengan prosentase kesamaan sebesar **15 %**

Demikian surat keterangan dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Ponorogo, 14/08/2025  
Kepala Lembaga Layanan Perpustakaan



Yolan Priatna, S.IIP., M.A  
NIK. 1992052820220921

**NB: Dosen pembimbing dimohon untuk melakukan verifikasi ulang terhadap kelengkapan dan keaslian karya beserta hasil cek Turnitin yang telah dilakukan**



## **MOTTO**

"Sebutlah NamaNya Tetap DijalanNya Kelak Kau Mengingat dan  
Kau Akan Teringat"

33x - Perunggu

"Dunia Boleh Saja Menahanku atau Perlahan Bongkar Mimpiku,  
Kupunya Doa Ibu"

33x - Perunggu



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan kemudahan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Pengaruh Substitusi Cu terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan Paduan AlCu Amorf Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler" ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materi, serta semangat yang tak pernah putus asa dalam setiap langkah penulis. Doa dan pengorbanan mereka menjadi kekuatan utama dalam menyelesaikan studi ini.
2. Sahabat-sahabat terdekat, yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan skripsi, mulai dari berdiskusi, memberi semangat, hingga mengerjakannya secara bersama-sama dalam suka dan duka.
3. Teman-teman seangkatan teknik mesin, atas kebersamaan, kerja sama, serta dukungan yang luar biasa selama masa perkuliahan hingga tahap akhir penyusunan skripsi.
4. Banyak terimakasih kepada Akbar Rizky Amanda, teman seperjuangan dari kecil hingga besar yang banyak sedikit memberi warna dalam kehidupan dan selalu memberi support saat melakukan penelitian ini, selalu menemani saat melakukan proses penulisan skripsi.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa segala pencapaian dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, doa, dan bantuan berbagai pihak. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

# STUDI PENGARUH SUBSTITUSI Cu TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN TEKAN AlCu AMORF MENGGUNAKAN SIMULASI DINAMIKA MOLEKULER

Abrar Putra Maulana<sup>1</sup>, Rizal Arifin<sup>2</sup>, Yoyok Winardi<sup>3</sup>, Sudarno<sup>4</sup>, Wawan Trisnadi<sup>5</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail: [abrarputramaulana@gmail.com](mailto:abrarputramaulana@gmail.com)

---

## Abstrak

Paduan aluminium-tembaga AlCu amorf memiliki potensi tinggi sebagai material struktural berkat kekuatan mekaniknya yang baik serta ketahanannya terhadap korosi. Sifat mekanik material amorf dipengaruhi oleh komposisi unsur penyusunnya, sehingga perlu dilakukan kajian terhadap pengaruh variasi kandungan Cu terhadap kekuatan tarik dan tekan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode simulasi dinamika molekuler (*molecular dynamics simulation*) dengan *embedded atom method (EAM)* sebagai potensial antar atom. Struktur awal Al-Cu dibentuk dalam konfigurasi acak untuk merepresentasikan sifat amorf, kemudian dilakukan proses ekuilibrisasi pada *ensemble* isothermal-isobarik (NPT) dari temperatur 2500 K hingga 300 K. Uji tarik dan tekan dilakukan pada laju deformasi  $10^{10}\text{s}^{-1}$  dengan variasi komposisi Cu sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan Cu secara umum meningkatkan kekuatan mekanik paduan AlCu amorf hingga mencapai komposisi optimum. Pada komposisi 15% Cu, diperoleh nilai tegangan maksimum tertinggi yaitu 5,67 GPa pada uji tarik dan 6,70 GPa pada uji tekan, dengan modulus elastisitas masing-masing 70,94 GPa dan 69,14 GPa. Namun, pada komposisi 20% Cu, terjadi penurunan kekuatan akibat kemungkinan terbentuknya distribusi atom yang kurang homogen sehingga mengurangi kestabilan struktur. Kesimpulannya, penambahan Cu dapat meningkatkan sifat mekanik paduan AlCu amorf, dengan komposisi optimum berada pada 15% Cu untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik dan tekan tinggi.

**Kata kunci:** AlCu amorf, dinamika molekuler, tegangan maksimum, modulus elastisitas, titik luluh



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Pengaruh Substitusi Cu terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan Paduan AlCu Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler" dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak terlepas dari dukungan, doa, serta bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penyusunan skripsi. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo, atas fasilitas dan dukungan akademik yang telah diberikan; Bapak Edy Kurniawan, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, atas motivasi dan bimbingan selama masa studi; serta Bapak Yoyok Winardi, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, atas Arah dan dukungan selama penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Yoyok Winardi, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran yang sangat membantu dalam proses penyusunan skripsi ini. Tidak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf akademik Fakultas Teknik atas ilmu, dukungan, serta pelayanan yang diberikan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran.

Ponorogo 9 Agustus 2025



Abrar Putra Maulana

## DAFTAR ISI

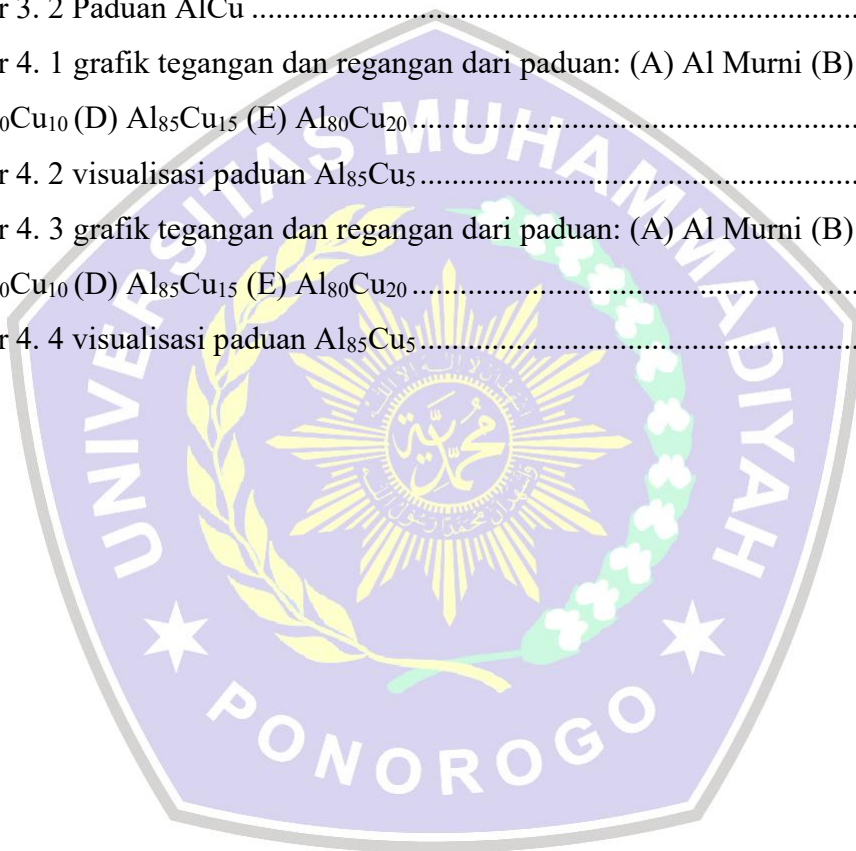
|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....               | i    |
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... | ii   |
| HALAMAN BERITA ACARA UJIAN .....      | iii  |
| BERITA ACARA BIMBINGAN .....          | iv   |
| MOTTO .....                           | x    |
| ABSTRAK.....                          | xii  |
| KATA PENGANTAR .....                  | xiii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....             | xi   |
| DAFTAR ISI.....                       | xiv  |
| DAFTAR GAMBAR .....                   | xvi  |
| DAFTAR TABEL.....                     | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                | 1    |
| 1.1 Latar belakang .....              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....             | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....            | 3    |
| 1.4 Batasan Masalah.....              | 4    |
| 1.5 Manfaat penelitian.....           | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....          | 5    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu.....         | 5    |
| 2.2 Landasan Teori .....              | 6    |
| 2.2.1 Logam Alumunium (Al) .....      | 6    |
| 2.2.2 Logam Tembaga (Cu) .....        | 8    |
| 2.2.3 Paduan AlCu .....               | 10   |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.4 Kuat Tarik Bahan .....                                                                          | 12 |
| 2.2.5 Kuat Tekan Bahan.....                                                                           | 13 |
| 2.2.6 Struktur Amorf.....                                                                             | 15 |
| 2.2.7 Simulasi Dinamika Molekuler .....                                                               | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....                                                                    | 19 |
| 3.1 Peralatan dan perlengkapan penelitian .....                                                       | 19 |
| 3.1.1 Perangkat keras .....                                                                           | 19 |
| 3.1.2 Perangkat Lunak.....                                                                            | 19 |
| 3.1.3 Diagram Alur Penelitian .....                                                                   | 21 |
| 3.1.4 Membuat Struktur Awal AlCu .....                                                                | 22 |
| 3.1.5 Pemberian simulasi Uji Tarik dan Uji Tekan.....                                                 | 23 |
| 3.1.6 Analisis Data .....                                                                             | 24 |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....                                                              | 25 |
| 4.1 Kekuatan Tarik dan perubahan struktur amorf paduan $Al_{100-m}Cu_m$ ( $m=0, 5, 10, 15, 20$ )..... | 25 |
| 4.2 Kekuatan Tekan dan perubahan struktur amorf paduan $Al_{100-m}Cu_m$ ( $m=0, 5, 10, 15, 20$ )..... | 29 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                                                                       | 34 |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                                                   | 34 |
| 5.2 Saran .....                                                                                       | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                                  | 36 |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                                                  | 40 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Alumunium Murni [15] .....                                                                                                                                                                                             | 7  |
| Gambar 2. 2 Tembaga Murni [16] .....                                                                                                                                                                                               | 9  |
| Gambar 2. 3 Kurva tegangan dan regangan [20] .....                                                                                                                                                                                 | 13 |
| Gambar 2. 4 Struktur Amorf [24] .....                                                                                                                                                                                              | 15 |
| Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian .....                                                                                                                                                                                          | 21 |
| Gambar 3. 2 Paduan AlCu .....                                                                                                                                                                                                      | 22 |
| Gambar 4. 1 grafik tegangan dan regangan dari paduan: (A) Al Murni (B) Al <sub>95</sub> Cu <sub>5</sub><br>(C) Al <sub>90</sub> Cu <sub>10</sub> (D) Al <sub>85</sub> Cu <sub>15</sub> (E) Al <sub>80</sub> Cu <sub>20</sub> ..... | 25 |
| Gambar 4. 2 visualisasi paduan Al <sub>85</sub> Cu <sub>5</sub> .....                                                                                                                                                              | 28 |
| Gambar 4. 3 grafik tegangan dan regangan dari paduan: (A) Al Murni (B) Al <sub>95</sub> Cu <sub>5</sub><br>(C) Al <sub>90</sub> Cu <sub>10</sub> (D) Al <sub>85</sub> Cu <sub>15</sub> (E) Al <sub>80</sub> Cu <sub>20</sub> ..... | 30 |
| Gambar 4. 4 visualisasi paduan Al <sub>85</sub> Cu <sub>5</sub> .....                                                                                                                                                              | 32 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Sifat Mekanik dan Fisik umum alumunium.....            | 7  |
| Tabel 2. 2 Sifat Mekanik dan Fisik umum alumunium.....            | 9  |
| Tabel 3. 1 Analisis Data .....                                    | 24 |
| Tabel 4. 1 Data hasil uji tarik simulasi dinamika molekuler.....  | 26 |
| Tabel 4. 2 Data hasil uji tekan simulasi dinamika molekuler ..... | 31 |

