

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN Si PADA LOGAM Al
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN TEKAN PADUAN
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



SHAHIHUL QULUB R
21511586

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

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Shahihul Qulub R
Nim : 21511586
Prodi studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Studi Pengaruh Penambahan Si pada Logam Al terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelas Sarjana pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 6 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
Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK.19771026 200810 12

Ketua Progam Studi Teknik Mesin


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

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shahihul Qulub R.

NIM : 21511586

Progam Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul “Studi Pengaruh Penambahan Si Pada Logam Al Dengan Kekuatan Tarik Dan Tekan Paduan 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, 6 Agustus 2025

Mahasiswa



Shahihul Qulub R

NIM. 21511586

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Shahihul Qulub R
NIM : 21511586
Progam Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Studi Pengaruh Penambahan Si pada Logam Al terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler.

Telah diuji dan dipertahankan dihapam

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

Hari : Senin
Tanggal : 4 Agustus 2025

Dosen Penguji

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



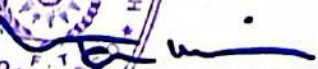
Anggota Penguji I
Dr. Kuntang Winangun, M.Pd.
NIK. 19900421 202109 12



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



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

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



Ketua Progam Studi Teknik Mesin


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

HALAMAN BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Shahihul Gulub R
 NIM : 21511506
 Judul Skripsi : Studi Pengaruh Penambahan Si Pada Logam Al Terhadap Kekuatan Tarik dan Tahan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler
 Dosen Pembimbing Utama : Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	Selasa 10/12/2024	Konsultasi Judul	Acc judul	<u>Ril</u>
2	Senin 16/12/2024	Konsultasi Bab 1	- therevisi latar belakang - Penambahan batasan masalah	<u>Ril</u>
3	Jumat 20/12/2024	Revisi bab 2	- revisi penambahan struktur kristal	<u>Ril</u>
4	Senin 23/12/2024	Revisi bab 2	menambahkan sub bab 2 Paduan AlSi	<u>Ril</u>

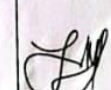
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	Senin 30/1/2025	Revisi bab 2	Penambahan teori di bab 2, substitusi	<u>Pil</u>
6	Rabu 5/2/2025	Konsultasi bab 3	Pemberanalan kalimat di struktur awal aki	<u>Pil</u>
7	Jumat 7/2/2025	Revisi kesimpulan	Revisi Penambahan keterangan gambar	<u>Pil</u>
8	Kelasa 11/2/2025		Ace Sempurna	<u>Pil</u>
9	Rabu 17/05/2025	Proses Simulasi bab 4	mempersiapkan software dan Pembuatan directory mobaxterm	<u>Pil</u>
10	Senin 19/05/2025	Bab 4	Pembuatan struktur awal silikon	<u>Pil</u>

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	Jumat 26/06/2025	Bab 4	menjalankan simulasi dinamika molekuler pada uji tarik	<u>Pil</u>
12	Senin 30/06/2025	Bab 4	menjalankan simulasi untuk uji Tekan	<u>Pil</u>
13	Senin 07/07/2025	Bab 4	Analisis data hasil dari simulasi uji tarik dan tekan, serta pembuatan gambar visualisasi di Orto	<u>Pil</u>
14	Rabu 16/07/2025	Bab 4	Analisis data dengan mcgicplot untuk mengetahui nilai modulus, tegangan max dan luluh	<u>Pil</u>
15	Kamis 24/07/2025	Bab 5	Revisi kesimpulan dan saran	<u>Pil</u>
16	Jumat 25/07/2025		Acc Sidang.	<u>Pil</u>

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Shahihul Gulub R
 NIM : 21511506
 Judul Skripsi : Studi Pengaruh penambahan Si pada logam Al Terhadap kekuatan Tarik dan Tekan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler
 Dosen Pembimbing Pendamping : Yoyok Winardi, S.T., M.T

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	16/12/2024	konsultasi Judul	Acc judul	
2	Rabu 18/12/24	Bab 1	- Revisi Batasan masalah	
3	Senin 23/12/24	Revisi Bab 1	Menambahkan tujuan Penelitian	
4	Rabu 25/12	Bab 2	Revisi Penambahan Penelitian terdahulu	

No.	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	Selasa 31/2024 12	Revisi Bab 2	Penambahan teori yang relevan	
6	Rabu 2025 5/01	Bab 3	Revisi Penjelasan dengan teori yang ada	
7	Jumat 2025 7/01	Revisi bab 3	Pembinaan format dan ketepatan gambar, tabel	
8	Selasa 11/2025 02	ACC	Sempurna	
9	Jumat 13/06/2025	Bab 4	Penjelasan Grafik uji tarik	
10	Kamis 26/06/2025	Bab 4	Revisi pembahasan label	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	Jumat 4/07/2025	Bab 4	Tata letak tabel, gambar	
12	Selasa 8/07/2025	Bab 4	Revisi penambahan penelitian terdahulu di pembahasan	
13	Senin 14/07/2025	Bab 4	Revisi penambahan gambar visualisasi Aluminium dan Silikon	
14	Senin 21/07/2025	Bab 5	Meringkas kesimpulan dan saran	
15	Jumat 25/07/2025		Revisi lampiran	
16	Rabu 30/07/2025		Acc ciclang	

MOTTO

“ JANGAN TAKUT BERJALAN LAMBAT, TAKUTLAH JIKA HANYA
BERDIRI DIAM.”



Studi Pengaruh Penambahan Si Pada Logam Al Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler

Shahihul Qulub R, Rizal Arifin, Yoyok Winardi.

Progam Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah

Ponorogo

e-mail : shahihulqulub@gmail.com

Abstrak

Alumunium (Al) Adalah salah satu material yang punya sifat material unggul, sehingga sering digunakan sebagai komponen utama dalam bidang manufaktur. Penambahan silikon (Si) dapat meperkuat atau melemahkan sifat mekanik tergantung pada komposisi. Penelitian ini berfokus pada pentingnya pengembangan material ringan dan kuat untuk memenuhi kebutuhan industri otomotif dan manufaktur, Dimana paduan AlSi berpotensi unggul dari sisi kekuatan dan ketahanan korosi. Variasi konsentrasi Si yang digunakan dalam penelitian adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Simulasi dinamika molekuler dilakukan untuk melihat perubahan sifat mekanik utamanya kekuatan tarik, kekuatan tekan, dan moudulus elastisitas, serta visualisasi struktur atom (FCC,BCC,HCP dan tidak teratur) sebelum dan sesudah deformasi. Hasil dari pengujian menunjukkan peningkatan kandungan Si cenderung membuat nilai tegangan maksimum, tegangan luluh, dan modulus elastisitas menurun baik pada uji tarik maupun uji tekan. Selain itu, struktur kristal FCC yang dominan di logam Al mengalami penurunan, sedangkan jumlah atom tidak teratur mengalami peningkatan yang menandakan ketidak teraturan struktur kristal akibat penambahan Si. Kesimpulan dari penelitian ini, penambahan Si dalam jumlah tinggi mengurangi stabilitas struktur kristal dan sifat mekanik, sehingga diperlukan batas optimal komposisi agar material tetap sesuai untuk aplikasi Teknik. Penelitian ini membantu sebagai dasar dalam pemilihan material paduan berbasis Al untuk komponen yang memerlukan kekuatan tarik dan tekan yang tinggi dan kestabilan struktur yang bagus.

Kata kunci : Simulasi dinamika molekuler, Al, Si, uji tarik, uji tekan.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala limpahan Rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Pengaruh Penambahan Si Pada Logam Al Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler” ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Skripsi ini membahas secara menyeluruh mengenai kekuatan tarik dan tekan logam aluminium setelah adanya penambahan silikon dengan simulasi dinamika molekuler. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah yang berguna bagi mahasiswa, peneliti, maupun industri yang mencari paduan logam untuk sebagai bahan dasar manufaktur. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Bapak Rido Kurnianto, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan fasilitas dan dukungan akademik. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik atas motivasi dan bimbingan selama masa studi, serta bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Kaprodi Teknik Mesin atas segala arahan, bimbingan dan dukungannya selama penulis masa studi dan penyusunan skripsi. Tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada bapak Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing utama dan bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pembantu, yang selama penyusunan skripsi telah memberikan masukan, saran dan arahan. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh dosen dan staf akademik fakultas Teknik atas ilmu, dukungan dan fasilitas yang diberikan kepada penulis selama perkuliahan.

Penulis juga terbuka terhadap saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik mesin,

Ponorogo, 06 Agustus 2025



Shahihul Qulub R

UCAPAN TERIMA KASIH

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 Penambahan Si Pada Logam Al Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekan Paduan Menggunakan Simulasi Dinamika Molekuler” ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang tua, bapak Fatkurrohman S.E dan ibu Endang Lestari yang sudah merawat, membimbing, mengajarkan dan mendukung saya sehingga bisa sampai di titik Dimana dulu tidak terbayang saya bisa sampai disini
2. Kakak saya, mas alif dan mas ulin atas segala dukungan moral, motivasi, dan arahan dan juga mbak ayu dan mbak endah yang terus mendukung maju dan memberikan motivasi.
3. Sahabat-sahabat terdekat, yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan skripsi, selalu memberikan dukungan, memberi semangat, berdiskusi, hingga mengerjakan Bersama tanpa rasa Lelah baik suka dan duka.
4. Teman-teman seangkatan Teknik mesin, atas kebersamaannya, kerja sama serta saling memotivasi selama masa perkuliahan ini.
5. Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah organisasi tempat penulis berproses dan mendapatkan ilmu yang tidak di ajarkan di bangku kelas. Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM), Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas (BEM U) sebagai tempat diaspora penulis dalam mengembangkan softskil, mengeksplor diri dan berkembang.

Akhir kata, penulis menyadari tidak ada pencapaian dalam penyusunan skripsi tanpa adanya dukungan dan doa dari semua pihak. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

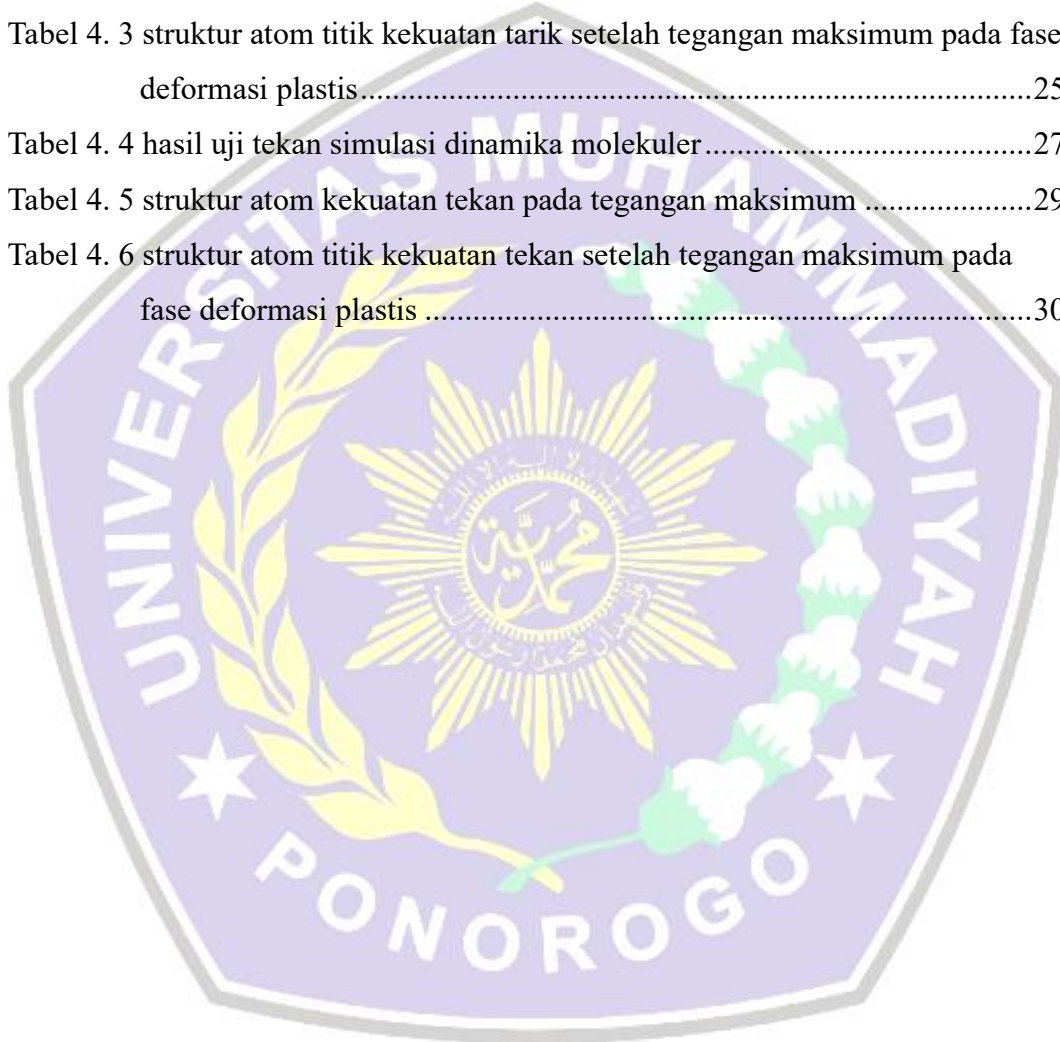
DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iii
HALAMAN BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	xi
Abstrak.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
UCAPAN TERIMA KASIH	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Logam Al.....	6
2.3 Unsur Si.....	7
2.4 Paduan AlSi	9
2.5 Struktur Kristal.....	11

2.5.1 <i>Face-Centered Cubic</i> (FCC).....	11
2.5.2 <i>Hexagonal Close-Packed</i> (HCP)	12
2.5.3 <i>Body-Centered Cubic</i> (BCC).....	12
2.6 Uji Tarik.....	13
2.7 Uji Tekan	14
2.8 Simulasi Dinamika Molekuler	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Alat dan Kelengkapan Penelitian	17
3.1.1 Perangkat Keras.....	17
3.1.2 Perangkat Lunak.....	17
3.2 Diagram Alur Penelitian.....	19
3.3 Membuat Struktur Awal AlSi	20
3.4 Simulasi Uji Tarik dan Uji Tekan.....	20
3.5 Analisis Data	21
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 kekuatan tarik dan perubahan struktur Paduan $Al_{100-n} Si_n$ ($n = 0, 5, 10, 15, 20$).....	22
4.2 kekuatan tekan dan perubahan struktur Paduan $Al_{100-n} Si_n$ ($n = 0, 5, 10, 15, 20$).....	26
BAB V PENUTUP.....	32
5.1 kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	34
DAFTAR LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Alumunium.....	7
Tabel 2. 2 karakteristik Silikon	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi perangkat keras	17
Tabel 3. 2 Tabel pengaruh konsentrasi silikon terhadap sifat mekanik material ...	21
Tabel 4. 1 hasil uji tarik simulasi dinamika molekuler	23
Tabel 4. 2 struktur atom kekuatan tarik pada tegangan maksimum.....	25
Tabel 4. 3 struktur atom titik kekuatan tarik setelah tegangan maksimum pada fase deformasi plastis.....	25
Tabel 4. 4 hasil uji tekan simulasi dinamika molekuler	27
Tabel 4. 5 struktur atom kekuatan tekan pada tegangan maksimum	29
Tabel 4. 6 struktur atom titik kekuatan tekan setelah tegangan maksimum pada fase deformasi plastis	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logam aluminiu[11].....	7
Gambar 2. 2 Logam silikon[12].....	8
Gambar 2. 3 struktur kristal FCC[14]	11
Gambar 2. 4 Struktur Kridtal HCP[14].....	12
Gambar 2. 5 Struktur Kristal BCC[14]	13
Gambar 3. 1 Flowcart alur penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Visualisasi paduan AlSi.....	20
Gambar 4. 1 Grafik tegangan regangan kekuatan tarik dengan variasi paduan : (A) Al Murni, (B) $Al_{95}Si_5$, (C) $Al_{90}Si_{10}$, (D) $Al_{85}Si_{15}$, (E) $Al_{80}Si_{20}$	22
Gambar 4. 2 contoh visualisasi kekuatan tarik paduan $Al_{95}Si_5$	24
Gambar 4. 3 grafik hasil uji kekuatan tekan dengan 5 variasi paduan : (A) Al Murni, (B) $Al_{95}Si_5$, (C) $Al_{90}Si_{10}$, (D) $Al_{85}Si_{15}$, (E) $Al_{80}Si_{20}$	27
Gambar 4. 4 contoh visuaalisasi uji tekan padua $Al_{85}Si_{15}$	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 visualisasi uji tarik Al murni	36
Lampiran 1.2 visualisasi uji tarik Al ₉₅ Si ₅	36
Lampiran 1.3 visualisasi uji tarik Al ₉₀ Si ₁₀	37
Lampiran 1.4 visualisasi uji tarik Al ₈₅ Si ₁₅	37
Lampiran 1.5 visualisasi uji tarik Al ₈₀ Si ₂₀	38
Lampiran 1.6 visualisasi uji tekan Al murni	38
Lampiran 1.7 visualisasi uji tekan Al ₉₅ Si ₅	39
Lampiran 1.8 visualisasi uji tekan Al ₉₀ Si ₁₀	39
Lampiran 1.9 visualisasi uji tekan Al ₈₅ Si ₁₅	40
Lampiran 1.10 visualisasi uji tekan Al ₈₀ Si ₂₀	40
Lampiran 2.1 modulus elastisitas paduan Al murni pada uji tarik.....	37
Lampiran 2.2 modulus elastisitas paduan Al ₉₅ Si ₅ pada uji tarik.....	37
Lampiran 2.3 modulus elastisitas paduan Al ₉₀ Si ₁₀ pada uji tarik	38
Lampiran 2.4 modulus elastisitas paduan Al ₈₅ Si ₁₅ pada uji tarik.....	38
Lampiran 2.5 modulus elastisitas paduan Al ₈₀ Si ₂₀ pada uji tarik	39
Lampiran 2.6 modulus elastisitas paduan Al murni pada uji tekan	39
Lampiran 2.7 modulus elastisitas paduan Al ₉₅ Si ₅ pada uji tekan.....	40
Lampiran 2.8 modulus elastisitas paduan Al ₉₀ Si ₁₀ pada uji tekan.....	40
Lampiran 2.9 modulus elastisitas paduan Al ₈₅ Si ₁₅ pada uji tekan.....	41
Lampiran 2.10 modulus elastisitas paduan Al ₈₀ Si ₂₀ pada uji tekan.....	41
Lampiran 3. 1 tegangan luluh Al murni uji tarik.....	46
Lampiran 3. 2 tegangan luluh Al ₉₅ Si ₅ uji tarik.....	46
Lampiran 3. 3 tegangan luluh Al ₉₀ Si ₁₀ uji tarik.....	47
Lampiran 3. 4 tegangan luluh Al ₈₅ Si ₁₅ uji tarik.....	47
Lampiran 3. 5 tegangan luluh Al ₈₀ Si ₂₀ uji tarik.....	48
Lampiran 3. 6 tegangan luluh Al murni uji tekan	48
Lampiran 3. 7 tegangan luluh Al ₉₅ Si ₅ uji tekan	49
Lampiran 3. 8 tegangan luluh Al ₉₀ Si ₁₀ uji tekan	49
Lampiran 3. 9 tegangan luluh Al ₈₅ Si ₁₅ uji tekan	50
Lampiran 3. 10 tegangan luluh Al ₈₀ Si ₂₀ uji tekan	50