

**PENGARUH CAMPURAN *ALUMINIUM COMPOSITE PANEL*
(ACP) DENGAN SERBUK BESI MENGGUNAKAN *HOT PRESS* TERHADAP STRUKTUR MAKRO, KEKUATAN
TARIK, DAN KEKERASAN**

SKRIPSI

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



ABID FARHAN

22511626

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Abid Farhan
NIM : 22511626
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Campuran *Aluminium Composite Panel* (ACP)
Dengan Serbuk Besi Menggunakan *Hot Press* Terhadap
Struktur Makro, Kekuatan Tarik, Dan Kekerasan.

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, 22 Juli 2026

Menyetujui,

Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D. (Dosen Pembimbing Utama)
NIK. 19800220 202109 12

Rizki Dwi Ardika, S.T., M.T. (Dosen Pembimbing Pendamping)
NIK. 19960103 202403 13

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

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abid Farhan
NIM : 22511626
Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul : “Pengaruh Campuran *Aluminium Composite Panel* (ACP) Dengan Serbuk Besi Menggunakan *Hot Press* Terhadap Struktur Makro, Kekuatan Tarik, Dan Kekerasan” 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 orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip di dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 22 Juli 2026

Mahasiswa,



Abid Farhan

NIM. 22511626

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Abid Farhan
NIM : 22511626
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Campuran *Aluminium Composite Panel* (ACP)
Dengan Serbuk Besi Menggunakan *Hot Press* Terhadap
Struktur Makro, Kekuatan Tarik, Dan Kekerasan.

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

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

Hari : Rabu
Tanggal : 22 Juli 2026

Dosen Penguji

Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D. (Ketua Penguji)

NIK. 19800220 202109 12

Dr. Munaji, S.Si., M.Si. (Anggota Penguji I)

NIK. 19840805 201701 11

Yoyok Winardi, S.T., M.T. (Anggota Penguji II)

NIK. 19860803 201909 13

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 SKRIPSI

Nama : Abid Farhan

NIM : 22511626

Judul Skripsi : Pengaruh Campuran Aluminium Composite Panel (ACP) Dengan serbuk besi Menggundkan Hot press Terhadap Struktur mikro, kekuatan tarik dan kekerasan.

Dosen Pembimbing Utama : Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	9/2025 11	Konsultasi Judul	ACC Judul kurang baik	
2	12/2025 11	BAB I	Tambah referensi. Atur margin. Revisi rumus masalah. Revisi Tujuan Penelitian Revisi Batas masalah.	
3	24/2025 11	BAB I	Revisi batas masalah.	
4	15/2025 12	BAB II	Perbaiki tabel Penambahan materi/paragraf	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	17/2025 12	BAB III	revisi gambar dan keterangan gambar tidak jelas.	
6	18/2025 12	BAB III	- Revisi isi penjelasan - Penambahan tabel, penambahan. Flow chart, dan time schedule.	
7	5/2026 1	BAB III	Perbaikan tabel Penambahan isi penjelasan.	
8	7/2026 1	All Bab 1-3	Isi sesuai Perurusan Acc Sempur	
9	7/2026 5	BAB 3-9.	Bimbingan DOE grup	
10	11/2026 5	BAB IV	pengurusan dan perhitungan uji tarik	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	18/5 2026	BAB IV.	Bimbingan POE 129-k.	
12	11/6 2026	BAB IV	- Penulisan keterangan uji makro. - Penambahan keterangan grafik - format penulisan.	
13	22/6 2026	BAB IV - BAB V	- Penambahan struktur makro. - Revisi penyusunan kesimpulan	
14	29/6 2026	BAB IV - BAB V	- lanjut pembuatan lampiran. - Perbaiki daftar pustaka. - Gambar Rukun	
15	29/6 26	Bab IV	gambar dan paragraf di susun ulang.	
16	07/07 26	All bab 1-5	revisi telah di lakukan Aca Sidiqy	

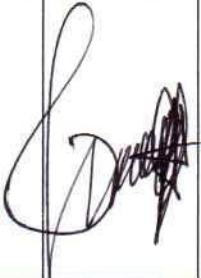
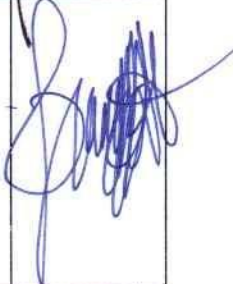
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

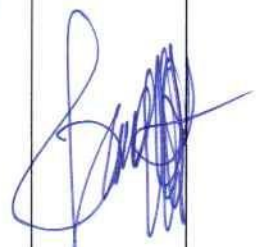
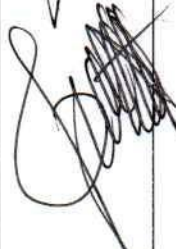
Nama : Abid Farhan.

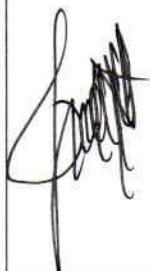
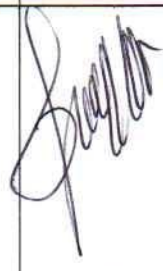
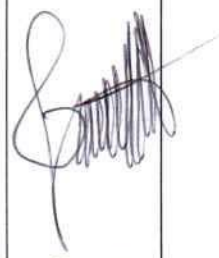
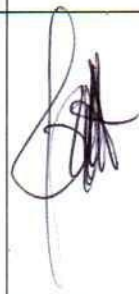
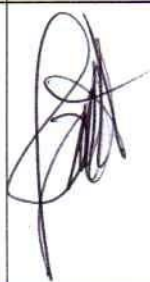
NIM : 22511626

Judul Skripsi : Pengaruh Campuran Aluminium Composite Panel (ACP)
Dengan Serbuk besi menggunakan hot press, Terhadap struktur makro,
Dosen Pembimbing Pendamping : Rizki Dwi Ardika, S.T., M.T. kekuatan tarik,
dan kekerasan.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	5/2025 11	Konsultasi Judul	ACC	
2	19/2025 11	BAB I	Revisi tulisan inggris miring. tambah manfaat penelitian,	
3	2/2025 12	BAB II	Tambah referensi Tambah gambar. Tambah tabel revisi penulisan.	
4	15/2025 12	BAB II	Perbaiki tabel revisi gambar Penambahan penjelasan revisi daftar pustaka.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	17/2025 12	BAB II BAB III	- Perbaiki keterangan gambar. - perbaiki isi penjelasan. - lengkapi tabel, flow chart, & Time schedule.	
6	5/2026 1	BAB III	- Perbaiki format tabel. - Penambahan penjelasan peralatan yang digunakan.	
7	6/2026 1	BAB III	- Perbaiki time schedule - perbaiki gambar.	
8	7/2026 1	ACC.	Sempro!!!	
9	11/2026 5	BAB II - III	- revisi bab 2 dan 3 tentang Pengujian kekerasan	
10	11/2026 6	BAB IV	- revisi penulisan BAB 4, penambahan sitasi, revisi tulisan tabel, revisi Daftar pustaka, revisi gambar.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	24/6/26	BAB 4.	Bab 4 Libenarkan - Grafik warna dises a Ganka	
12	29/6/26	BAB 4	HKI, Bab 4	
13	2/ Juli 2026	Bab 1. Pembahasan	- Bab 1, Pembahasan - lengkapi bab 1 dan 5	
14	03/ Juli 2026	Cek Plagiasi	- Cek Plagiasi - Acc HKI	
15	03/ Juli 2026	Plagiasi	Oke	
16	06/ Juli 2026	Acc	Sidang Acc	

MOTTO

“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia,
jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya”

(Penulis)

“Tumbang itu manusiawi, tapi menolak untuk hancur adalah pilihan, rayakan
kekalahanmu hari ini, esok kita rapikan puing-puingnya”

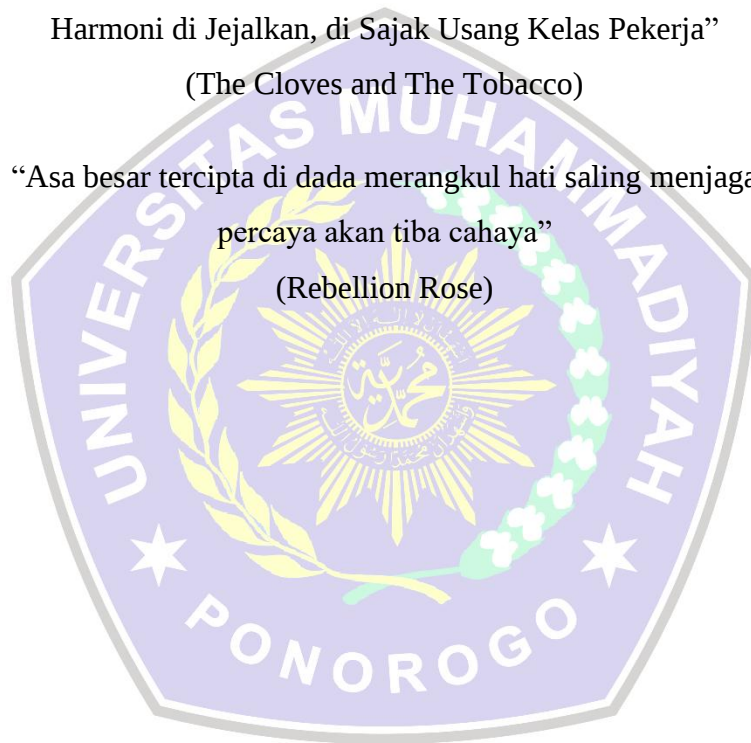
(Penulis)

“Terus melangkah dia berdendang, walaupun semesta tak mendengarkan,
Harmoni di Jejalkan, di Sajak Usang Kelas Pekerja”

(The Cloves and The Tobacco)

“Asa besar tercipta di dada merangkul hati saling menjaga
percaya akan tiba cahaya”

(Rebellion Rose)



PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dan doa kepada penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan dan semangat yang telah diberikan hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga pencapaian ini dapat menjadi kebanggaan dan langkah awal untuk membalas segala kebaikan yang telah diberikan.
2. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan motivasi, perhatian, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Dosen Pembimbing dan seluruh Dosen Pengajar yang telah memberikan ilmu, bimbingan, arahan, serta kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan, yang selalu memberikan semangat, bantuan, serta kebersamaan selama menempuh perjalanan di perkuliahan.
5. Almamater Universitas Muhammadiyah Ponorogo, yang telah menjadi tempat penulis menimba ilmu, pengalaman, dan membentuk karakter selama masa studi.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Mesin, serta menjadi langkah awal dari perjalanan yang lebih baik di masa mendatang.

PENGARUH CAMPURAN ALUMINIUM COMPOSITE PANEL (ACP) DENGAN SERBUK BESI MENGGUNAKAN HOT PRESS TERHADAP STRUKTUR MAKRO, KEKUATAN TARIK, DAN KEKERASAN

Abid Farhan, Wawan Trisnadi Putra, Rizki Dwi Ardika

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : abidfarhan245@gmail.com

ABSTRAK

Limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP) dan serbuk besi merupakan limbah industri yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan komposit untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi limbah ACP dan serbuk besi terhadap struktur makro, kekuatan tarik, dan kekerasan komposit. Pembuatan spesimen dilakukan menggunakan *hot press*, dengan komposisi campuran yang ditentukan menggunakan *Design of Experiment* (DOE). Pengujian yang dilakukan meliputi pengamatan struktur makro, uji tarik berdasarkan ASTM D638 tipe IV, dan uji kekerasan *Shore D* berdasarkan ASTM D2240. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi *filler* dalam *matriks* PE belum sepenuhnya homogen dan masih ditemukan *agglomerasi* serta *void* pada beberapa spesimen. Nilai kekuatan tarik dan kekerasan tertinggi diperoleh pada komposisi PE 62,93%, serbuk besi 15%, serbuk aluminium 22,07%, yaitu sebesar 3,69 MPa dan 61,3 *Shore D*. Sementara itu, komposisi PE 80%, serbuk besi 10%, dan serbuk aluminium 10% menghasilkan nilai kekuatan tarik dan kekerasan terendah. Peningkatan kandungan *filler* logam terbukti mampu meningkatkan kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan kekerasan komposit, namun menurunkan nilai regangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah ACP dan serbuk besi berpotensi digunakan sebagai material komposit daur ulang untuk aplikasi non-struktural.

Kata kunci : Limbah ACP, Serbuk Besi, Struktur Makro, Uji Tarik, Uji kekerasan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Campuran *Aluminium Composite Panel* (ACP) Dengan Serbuk Besi Menggunakan *Hot Press* Terhadap Struktur Makro, Kekuatan Tarik, Dan Kekerasan." dengan baik. Salawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang syafaatnya senantiasa kita harapkan di hari kiamat. Skripsi ini di susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

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 pengaruh campuran limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP) dengan serbuk besi menggunakan metode *hot press* terhadap struktur makro, kekuatan tarik, dan kekerasan material komposit. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi material terhadap struktur makro dan sifat mekanik komposit. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan material komposit berbasis limbah yang ramah lingkungan dan bernilai guna untuk berbagai aplikasi teknik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca, khususnya di bidang material komposit serta pemanfaatan limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP) sebagai material alternatif yang bernilai guna.

Ponorogo, 22 Juli 2026



Abid Farhan

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari doa, bantuan, bimbingan, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan skripsi hingga penyelesaiannya. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dengan pahala yang berlipat ganda. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa.
2. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Bapak Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Rizki Dwi Ardika, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
7. Kepada teman-teman seangkatan yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan skripsi.
8. Kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam keberhasilan penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
MOTTO	xi
PERSEMBAHAN	xii
ABSTRAK	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR RUMUS	xxii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Material Komposit.....	9

2.3 Klasifikasi Komposit.....	9
2.4 <i>Aluminium Composite Panel</i> (ACP).....	10
2.5 Jenis – jenis ACP.....	12
2.5.1 Berdasarkan Tipe Inti (<i>Core</i>).....	12
2.5.2 Berdasarkan Ketebalan Panel	13
2.5.3 Berdasarkan Fitur Khusus.....	14
2.4 Serbuk Besi.....	16
2.5 <i>Software Design of Experiments</i> (DX7).....	17
2.6 Metode <i>Respons Surface</i>	18
2.7 Jenis – Jenis Pengujian Yang Dilakukan.....	20
2.7.1 Uji Makro.....	20
2.5.2 Uji Tarik.....	21
2.5.3 Uji Kekerasan Durometer.....	22
BAB III	25
METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	25
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	25
3.2.1 Alat yang Digunakan	25
3.2.2 Bahan Yang Digunakan	31
3.3 Komposisi Spesimen	31
3.4 Pembuatan Spesimen.....	32
3.5 Pengujian Spesimen	33
3.6 Diagram Alir.....	38
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Pengujian Struktur Makro	39
4.1.1 Hasil Pengamatan Struktur Makro Spesimen 1-13.....	39

4.2 Pengujian Tarik	50
4.2.1 Nilai kekuatan tarik.....	51
4.2.2 Nilai regangan tarik	55
4.2.3 Modulus Elastisitas	59
4.3 Hasil Uji Kekerasan.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 KESIMPULAN	68
5.2 SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit serat	10
Gambar 2. 2 Komposit partikel.....	10
Gambar 2.3 <i>Aluminium Composite Panel</i>	11
Gambar 2.4 Limbah Serbuk ACP	12
Gambar 2.5 <i>Mirror ACP</i>	14
Gambar 2.6 <i>Brush / Metallic ACP</i>	15
Gambar 2.7 <i>Honeycomb ACP</i>	15
Gambar 2.8 Serbuk Besi	16
Gambar 2. 9 Grafik <i>Surface Plot</i>	19
Gambar 2.10 Contoh ilustrasi hasil pengujian makro.....	20
Gambar 2.11 Ilustrasi uji tarik dan datanya	21
Gambar 2.12 Ilustrasi pengujian durometer.....	23
Gambar 2. 13 Skala <i>shore</i> durometer.....	23
Gambar 2. 14 Indentor durometer <i>shore A</i> dan <i>shore D</i>	24
Gambar 3.1 Mesin <i>Hot Press</i> Plastik.....	26
Gambar 3.2 Jangka Sorong	27
Gambar 3.3 Neraca Digital	28
Gambar 3.4 Desain Cetakan.....	29
Gambar 3.5 Desain Cetakan.....	29
Gambar 3.6 Spidol <i>Marker</i>	30
Gambar 3.7 Kertas Amplas.....	30
Gambar 3.8 Gerinda Potong.....	31
Gambar 3.9 Ayakan 60 <i>mesh</i>	31
Gambar 3.10 Alat uji makro.....	33
Gambar 3.11 Mesin uji Tarik.....	34
Gambar 3.12 Ukuran spesimen uji tarik	35
Gambar 3.13 Alat uji kekerasan durometer	36
Gambar 3.14 Spesimen ASTM D2240	36
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4. 1 Pengukuran spesimen uji makro	39
Gambar 4. 2 Spesimen 1	39

Gambar 4. 3 Spesimen 2	40
Gambar 4. 4 Spesimen 3	41
Gambar 4. 5 Spesimen 4	42
Gambar 4. 6 Spesimen 5	43
Gambar 4. 7 Spesimen 6	44
Gambar 4. 8 Spesimen 7	45
Gambar 4. 9 Spesimen 8	46
Gambar 4. 10 Spesimen 9	46
Gambar 4. 11 Spesimen 10	47
Gambar 4. 12 Spesimen 11	48
Gambar 4. 13 Spesimen 12	49
Gambar 4. 14 Spesimen 13	50
Gambar 4. 15 Spesimen uji tarik sebelum di uji	51
Gambar 4. 16 Spesimen uji tarik setelah di uji	51
Gambar 4. 17 Grafik kekuatan tarik.....	53
Gambar 4. 18 Grafik <i>response surface plot</i> tegangan.....	55
Gambar 4. 19 Grafik regangan tarik	57
Gambar 4. 20 Grafik <i>response surface plot</i> regangan.....	59
Gambar 4. 21 Grafik modulus elastisitas	61
Gambar 4. 22 Grafik <i>response surface plot</i> modulus elastisitas.....	62
Gambar 4. 23 Spesimen uji kekerasan	63
Gambar 4. 24 Grafik kekerasan	65
Gambar 4. 25 Grafik <i>response surface plot</i> kekerasan	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Properti Utama ACP	11
Tabel 2.2 Kandungan <i>mild steel</i> ss400.....	17
Tabel 2.3 Sifat Mekanik <i>mild steel</i> ss400	17
Tabel 3.1 Komposisi Campuran Spesimen	32
Tabel 4. 1 Nilai kekuatan tarik.....	52
Tabel 4. 2 Hasil regangan tarik	56
Tabel 4. 3 Hasil modulus elastisitas.....	60
Tabel 4. 4 Hasil uji kekerasan	64



DAFTAR RUMUS

Rumus tegangan tarik.....	21
Rumus regangan tarik	22
Rumus modulus elastisitas	22

