

**ANALISIS MAKRO STRUKTUR, KEKUATAN TARIK DAN  
IMPACT KOMPOSIT BERBASIS LIMBAH *ALUMINIUM*  
COMPOSITE PANEL (ACP) DENGAN FILLER SERBUK  
CANGKANG TELUR**

**SKRIPSI**

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



MUHAMMAD WILDANUL MA'ARIF

22511649

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

**2026**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Wildanul Ma'arif  
Nim : 22511649  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisis makro struktur, kekuatan tarik, dan  
*impact* komposit berbasis limbah *aluminium composit*  
*panel* (ACP) dengan filler serbuk cangkang telur

Isi dan formatnya telah di setujui dan di nyatakan memenuhi syarat  
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana  
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Ponorogo

Ponorogo, 14 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 : Muhammad Wildanul Ma'arif

NIM : 22511649

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: “Analisis Makro Struktur, kekuatan tarik, dan *impact* Limbah Komposit Berbasis *Aluminium Composite Panel* (ACP) Dengan Filler Serbuk Cangkang Telur” 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 didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

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

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

Ponorogo, 16 Juli 2026



Muhammad Wildanul Ma'arif

Nim, 22511649

## HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Muhammad Wildanul Ma'arif  
Nim : 22511649  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisis makro struktur, kekuatan tarik, dan  
*impact* komposit berbasis limbah *aluminium composit*  
*panel* (ACP) dengan filler serbuk cangkang telur

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

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

Hari : Selasa  
Tanggal : 14 Juli 2026

### Dosen Penguji

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

NIK. 19800220 202109 12

Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D. (Anggota Penguji I)

NIK. 19870902 201204 12

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

NIK. 19840805 201504 1004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Eddy Kurniawan, S.T., M.T. )

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



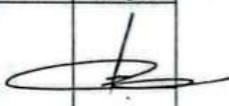
( Yoyok Winardi, S.T., M.T. )

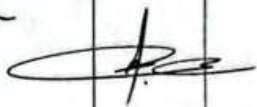
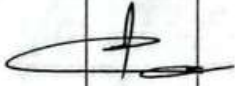
NIK. 19860803 201909 13

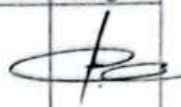
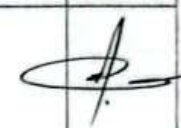
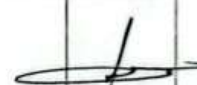
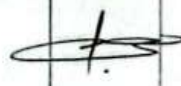
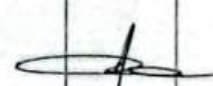
## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M WILDANUL MA'ARIF  
 NIM : 22511699  
 Judul Skripsi : Analisis kekuatan Tarik dan Impak Limbah komposit berbasis aluminium komposit panel dengan filler serbuk cangkang telur  
 Dosen Pembimbing Utama : Wawan Trishadi putra S.I. MT. PhD

### PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal       | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                 | Tanda Tangan                                                                          |
|----|---------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 29/10<br>2025 | ACC judul                   | Composite.<br>Acp                        |    |
| 2  | 5/11<br>2025  | Bimbingan Bab I             | penambahan sitasi<br>perbaikan penulisan |   |
| 3  | 10/11<br>2025 | BABI                        | - Revisi Batasan masalah                 |  |
| 4  | 17/11<br>2025 | ACC BAB I                   | laku baluteres                           |  |

| No | Tanggal       | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                         | Tanda Tangan                                                                          |
|----|---------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | 24/4<br>2025  | BAB II                      | - Revisi gambar<br>- persamaan rumus<br>- sitasi |    |
| 6  | 26/11<br>2025 | ACC BAB II                  | Literature Review                                |    |
| 7  | 1/12<br>2026  | BAB III                     | - Revisi flowchart<br>- Gambar<br>- penulisan    |   |
| 8  | 16/12<br>2025 | BAB III                     | - Revisi DOE<br>- Revisi gambar                  |  |
| 9  | 17/12<br>25   | All Bab<br>1-3              | Revisi<br>Acc Lempro                             |  |
| 10 | 7/5<br>26     | BAB IV                      | - DOE<br>graph                                   |  |

| No | Tanggal      | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                   | Tanda Tangan                                                                          |
|----|--------------|-----------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 11/5<br>2026 | BAB 4                       | - Revisi Hasil uji torik                   |    |
| 12 | 15/5<br>2026 | BAB 4                       | - Revisi grafik<br>- Lanjut bab 5          |    |
| 13 | 15/6<br>2026 | BAB 4                       | penataan gambar<br>kalimat<br>BAB 5 lanjut |    |
| 14 | 17/6<br>2026 | BAB 5                       | Tambah rumus<br>masalah                    |  |
| 15 | 19/6<br>2026 | BAB 4.5                     | Penataan kalimat                           |  |
| 16 | 22/6<br>2026 | BAB 5                       | flow chart.<br>pembahasan                  |  |

| No | Tanggal       | Materi Yang<br>Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil             | Tanda<br>Tangan                                                                     |
|----|---------------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 24/66<br>2016 | 411 Sabl-3                     | Revisi telah dilakukan<br>Acc fiducy |  |
| 18 |               |                                |                                      |                                                                                     |
| 19 |               |                                |                                      |                                                                                     |
| 20 |               |                                |                                      |                                                                                     |
| 21 |               |                                |                                      |                                                                                     |
| 22 |               |                                |                                      |                                                                                     |

## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M. WILDANUL MA'ARIF  
 NIM : 22511649  
 Judul Skripsi : Analisis kekuatan tarik dan dampak limbah komposit berbasis ACP dengan filler serbuk cangkang Telur  
 Dosen Pembimbing Pendamping : Rizki DWI A. ST., MT

### PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal    | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                          | Tanda Tangan                                                                          |
|----|------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 13/11/2025 | BAB I                       | - penataan Ulang Latar belakang                                   |    |
| 2  | 14/11/2025 | BAB I                       | - Revisi Penulisan<br>- ——— Manfaat Penelitian<br>- lanjut bab II |  |
| 3  | 26/11/2025 | BAB II                      | - revisi gambar<br>- penulisan<br>- lanjut bab III                |  |
| 4  | 1/12/2025  | BAB II III                  | - mempercepat gambar<br>- tata letak gambar                       |  |

| No | Tanggal       | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                    | Tanda Tangan                                                                          |
|----|---------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | 2/12<br>2025  | BAB II, II                  | - Penambahan Paragraf<br>- penambahan pengujian mikro/makro |    |
| 6  | 5/12<br>2025  | BAB III                     | Time schedule<br>- no rumus                                 |    |
| 7  | 8/12<br>2025  | BAB III                     | - No Halaman                                                |   |
| 8  | 16/12<br>2025 | BAB III                     | - Diagram alir<br>- menambah pengelasan                     |  |
| 9  | 17/12<br>2025 |                             | ACC SEMPRO                                                  |  |
| 10 |               |                             | Pembahasan Bab 9                                            |  |

| No | Tanggal      | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil                                  | Tanda Tangan                                                                          |
|----|--------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 2/6<br>2026  | BAB 4                       | Revisi Makro Pembahasan<br>penambahan sitasi              |    |
| 12 | 4/6<br>2026  | BAB 4                       | memperjelas gambar                                        |    |
| 13 | 8/6<br>2026  | BAB 4                       | Bab 4. sitasi<br>perataan Paragraf                        |   |
| 14 | 10/6<br>2026 | BAB 4<br>dan 5              | Jurnal Penguat/ yg berkaitan                              |  |
| 15 | 15/6<br>2026 | BAB 5                       | Kesimpulan                                                |  |
| 16 | 24/6<br>2026 |                             | -Naskah dihenarkan tulisan tyPO<br>-Draft Jurnal<br>→ HKI |  |

| No | Tanggal       | Materi Yang<br>Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda<br>Tangan                                                                     |
|----|---------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 29/26<br>106  | Hki, Draft<br>Jurna            | Hki, Draft Jurnal        |  |
| 18 | 02/ Juli 2020 | Revisi dapus<br>semua oke      | Acc sidang               |  |
| 19 |               |                                |                          |                                                                                     |
| 20 |               |                                |                          |                                                                                     |
| 21 |               |                                |                          |                                                                                     |
| 22 |               |                                |                          |                                                                                     |

## **MOTTO**

**"SEMESTA TIDAK AKAN BERPIHAK KEPADA MANUSIA YANG  
HANYA TERLIHAT SEMPURNA"**

**-KI NGABEHI SOERODIWIRJO-**

**"JADILAH VERSI TERBAIK DENGAN CARAMU SENDIRI, JALANI  
DENGAN IKHLAS BERDAMAILAH DENGAN KEADAAN, SUATU SAAT  
AKAN BANYAK KEJUTAN INDAH DARI TUHAN YANG MENANTI DI  
DEPAN SANA"**

**-RM.IMAM KOSOEPANGAT-**

**"APAPUN YANG TERJADI JANGAN SAMPAI MENYERAH,  
MENYERAH ITU TIDAK ADA KAMUSNYA"**

**-H.TARMADJI BOEDI HARSONO-**



# ANALISIS MAKRO STRUKTUR, KEKUATAN TARIK, DAN *IMPACT* LIMBAH KOMPOSIT BERBASIS *ALUMINIUM COMPOSITE PANEL* (ACP) DENGAN FILLER SERBUK CANGKANG TELUR

Muhammad Wildanul Ma'arif, Wawan Trisnadi Putra, Rizki Dwi Ardika

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : [mwildanarif03@gmail.com](mailto:mwildanarif03@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Peningkatan jumlah limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP) dan cangkang telur yang belum dimanfaatkan secara optimal berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu upaya pemanfaatannya adalah dengan mengolah kedua limbah tersebut menjadi material komposit yang memiliki nilai guna lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan filler serbuk cangkang telur terhadap kekuatan tarik, kekuatan *impact*, dan struktur makro komposit berbasis limbah ACP. Metode penelitian menggunakan limbah ACP *polyester* (PE), serbuk aluminium, dan serbuk cangkang telur ukuran 100 mesh yang difabrikasi dengan metode *hot-press* pada temperatur 100°C dan tekanan 300 psi. Variasi komposisi ditentukan menggunakan metode *Design of Experiment* (DOE). Pengujian tarik mengacu pada ASTM D638 Tipe IV, pengujian *impact* menggunakan ASTM D256, dan pengamatan struktur makro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi material berpengaruh terhadap sifat mekanik komposit. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposisi PE 30%, serbuk cangkang telur 35%, dan aluminium 35% sebesar 9,88 MPa, sedangkan nilai terendah sebesar 1,11 MPa diperoleh pada komposisi PE 45%, serbuk cangkang telur 10,86%, dan aluminium 44,14%. Pengamatan struktur makro menunjukkan bahwa distribusi filler yang homogen dan ikatan antarmuka yang baik mampu meningkatkan kemampuan transfer tegangan serta ketangguhan material. Kesimpulannya, penambahan serbuk cangkang telur pada komposisi yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanik komposit berbasis limbah ACP dan berpotensi menjadi material alternatif yang ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** Limbah ACP, Serbuk Cangkang Telur, Komposit, *Hot-Press*, Kekuatan Tarik, Kekuatan *Impact*, Struktur Makro

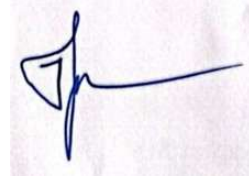
## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “ANALISIS MAKRO STRUKTUR, KEKUATAN TARIK, DAN *IMPACT* LIMBAH KOMPOSIT BERBASIS *ALUMINIUM COMPOSITE PANEL* (ACP) DENGAN FILLER SERBUK CANGKANG TELUR” dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan nabi kita Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya di yaumul qiyamah. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah ponorogo.
2. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Bapak Wawan Trisnadi Putra, S. T., M.T., Ph.D. selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Rizki Dwi Ardika, S. T., M. T. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak, ibu, dan nenek yang telah memberikan dukungan dan doa.
7. Kepada Noerma Chashifatuz Saniyah yang telah membantu dan mensupport dalam penulisan skripsi.
8. Kepada teman-teman Gatoloco kos gebang sewu.
9. Kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam keberhasilan penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati penulis bahwasannya masih ada kekurangan dari harapan pembaca, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang dapat menyempurnakan isi dari skripsi ini, semoga penelitian ini memberikan manfaat.

Ponorogo, 16 Juli 2026

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'M' followed by a horizontal line and a small flourish.

(MUHAMMAD WILDANUL MA'ARIF)

## DAFTAR ISI

|                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                      | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....                         | iii  |
| HALAMAN BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI .....                     | iv   |
| MOTTO.....                                                   | xiii |
| ABSTRAK .....                                                | xiv  |
| KATA PENGANTAR.....                                          | xv   |
| DAFTAR ISI .....                                             | xvii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                          | xix  |
| DAFTAR TABEL.....                                            | xxi  |
| DAFTAR RUMUS.....                                            | xxii |
| BAB I .....                                                  | 23   |
| PENDAHULUAN .....                                            | 23   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                      | 23   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                     | 25   |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                   | 25   |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                     | 26   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                 | 26   |
| BAB II.....                                                  | 28   |
| TINJAUAN PUSTAKA.....                                        | 28   |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya.....                               | 28   |
| 2.2 Bahan Komposit.....                                      | 30   |
| 2.3 <i>Desain Of Experiment</i> (DOE) .....                  | 31   |
| 2.4 <i>Respon Surface Methodologi</i> (RSM) .....            | 32   |
| 2.5 Jenis Jenis <i>Aluminium Composite Panel</i> (ACP) ..... | 32   |
| 2.6 Jenis Bahan Yang Digunakan .....                         | 34   |
| 2.7 Spesifikasi Spesimen.....                                | 37   |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 2.8 Pengujian Spesimen .....           | 39 |
| BAB III .....                          | 45 |
| METODE PENELITIAN .....                | 45 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan ..... | 45 |
| 3.2 Alat Dan Bahan .....               | 45 |
| 3.2.1 Alat yang Digunakan .....        | 45 |
| 3.2.2 Bahan .....                      | 50 |
| 3.3 Komposisi Spesimen .....           | 51 |
| 3.4 Proses Pembuatan Spesimen .....    | 51 |
| 3.5 Pengujian Spesimen .....           | 52 |
| 3.6 Analisis Data .....                | 56 |
| 3.7 Diagram Alir .....                 | 56 |
| BAB IV .....                           | 57 |
| ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....     | 58 |
| 4.1 Hasil Uji Struktur Makro .....     | 58 |
| 4.2 Hasil Uji Tarik .....              | 65 |
| 4.2.1 Nilai Kekuatan Tarik .....       | 66 |
| 4.2.2 Nilai Regangan Tarik .....       | 71 |
| 4.3 Hasil Uji <i>Impact</i> .....      | 75 |
| BAB 5 .....                            | 80 |
| PENUTUP .....                          | 80 |
| 5.1 Kesimpulan .....                   | 80 |
| 5.2 Saran .....                        | 81 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                   | 82 |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                  | 88 |

## DAFTAR GAMBAR

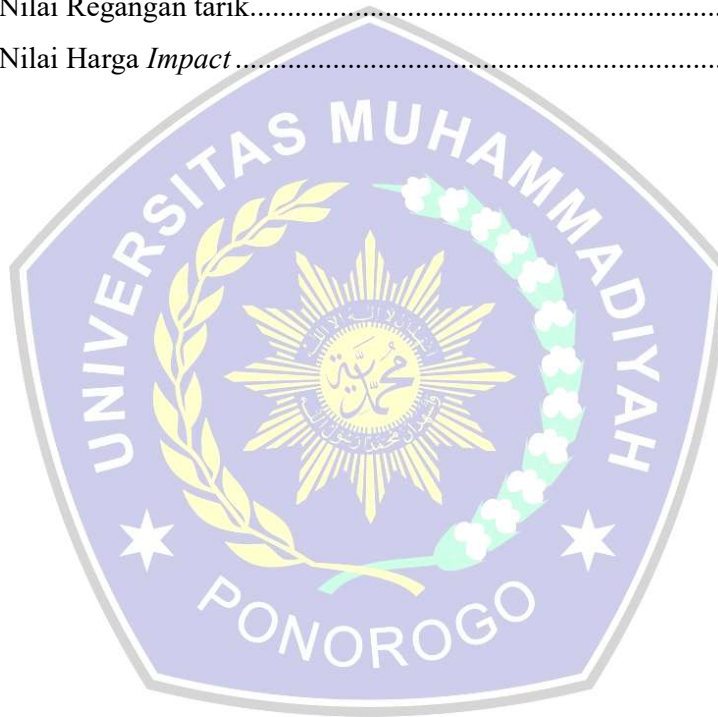
|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 ACP <i>Poliester</i> (PE).....                                                      | 33 |
| Gambar 2. 2 ACP <i>Polyvinylidene Fluoride</i> (PVDF).....                                      | 33 |
| Gambar 2. 3 ACP <i>Fire Reterdant</i> (FR).....                                                 | 34 |
| Gambar 2. 4 Limbah ACP <i>Poliester</i> (PE) .....                                              | 35 |
| Gambar 2. 5 Serbuk Cangkang telur .....                                                         | 36 |
| Gambar 2. 6 Ukuran Spesimen Uji <i>Impact</i> Standar ASTM D256 .....                           | 37 |
| Gambar 2. 7 Ukuran Spesimen Uji tarik Standar ASTM D 638 Tipe IV.....                           | 38 |
| Gambar 2. 8 Alat Uji Makro .....                                                                | 39 |
| Gambar 2. 9 Ilustrasi Uji <i>Impact</i> .....                                                   | 40 |
| Gambar 2. 10 Ilustrasi Uji Tarik.....                                                           | 43 |
| Gambar 3. 1 Mesin <i>Hot-Press</i> .....                                                        | 45 |
| Gambar 3. 2 Cetakan <i>Hot-Press</i> .....                                                      | 47 |
| Gambar 3. 3 Desain Cetakan <i>Hot-Press</i> .....                                               | 47 |
| Gambar 3. 4 Neraca Digital .....                                                                | 48 |
| Gambar 3. 5 Jangka Sorong .....                                                                 | 48 |
| Gambar 3. 6 Gerinda Tangan .....                                                                | 49 |
| Gambar 3. 7 Spidol .....                                                                        | 49 |
| Gambar 3. 8 Ayakan atau Saringan.....                                                           | 50 |
| Gambar 3. 9 Alat Uji Tarik.....                                                                 | 53 |
| Gambar 3. 10 Alat Uji Makro Struktur .....                                                      | 54 |
| Gambar 3. 11 Alat Uji <i>Impact</i> .....                                                       | 55 |
| Gambar 3. 12 Diagram Alir.....                                                                  | 57 |
| Gambar 4. 1 Pengukuran Spesimen Uji Makro .....                                                 | 58 |
| Gambar 4. 2 Spesimen uji makro dengan nilai rata rata rendah .....                              | 59 |
| Gambar 4. 3 Spesimen uji makro dengan nilai rata rata tinggi.....                               | 61 |
| Gambar 4. 4 Spesimen uji makro dengan komposisi yang sama atau <i>center of spesiment</i> ..... | 64 |
| Gambar 4. 5 Pengukuran Spesimen Sebelum Pengujian .....                                         | 65 |
| Gambar 4. 6 Spesimen Setelah Pengujian .....                                                    | 65 |
| Gambar 4. 7 Grafik Nilai Kekuatan tarik.....                                                    | 67 |

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 8 Grafik 3D <i>surface plot</i> pengaruh komposisi serbuk PE dan serbuk cangkang telur .....                                   | 69 |
| Gambar 4. 9 Grafik Nilai Regangan Tarik .....                                                                                            | 72 |
| Gambar 4. 10 Grafik 3D <i>surface plot</i> pengaruh komposisi serbuk PE dan serbuk cangkang telur .....                                  | 74 |
| Gambar 4. 11 spesimen uji <i>Impact</i> Sebelum di uji .....                                                                             | 75 |
| Gambar 4. 12 Spesimen uji <i>impact</i> setelah di uji.....                                                                              | 75 |
| Gambar 4. 13 Nilai Kekuatan <i>Impact</i> .....                                                                                          | 77 |
| Gambar 4. 14 Grafik 3D <i>surface plot</i> pengaruh komposisi PE dan serbuk cangkang telur terhadap kekuatan <i>impact</i> komposit..... | 78 |



## DAFTAR TABEL

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Sifat Mekanis ACP <i>Polyester</i> (PE)..... | 35 |
| Tabel 2. 2 Sifat serbuk cangkang telur .....            | 37 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Hidrolik.....                    | 46 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa Hidrolik.....              | 46 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Heater</i> .....              | 46 |
| Tabel 3. 4 Komposisi Spesimen .....                     | 51 |
| Tabel 4. 1 Nilai Kekuatan Tarik .....                   | 66 |
| Tabel 4. 2 Nilai Regangan tarik.....                    | 71 |
| Tabel 4. 3 Nilai Harga <i>Impact</i> .....              | 76 |



## DAFTAR RUMUS

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Rumus 2. 1 Nilai <i>Impact</i> .....        | 41 |
| Rumus 2. 2 Energi Serap <i>Impact</i> ..... | 41 |
| Rumus 2 .3 Tegangan Tarik .....             | 43 |
| Rumus 2 .4 Regangan Tarik .....             | 44 |
| Rumus 2. 5 Modulus Elastisitas .....        | 44 |

