

**ANALISIS STRUKTUR MAKRO, KUAT TARIK, DAN
KEKERASAN CAMPURAN SERBUK TEMBAGA DAN
SERBUK KAYU ULIN BERMATRIK LIMBAH ALUMINIUM
*COMPOSITE PANEL (ACP)***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana jenjang strata satu (S1) pada program studi teknik mesin
fakultas teknik universitas muhammadiyah ponorogo



ADYTIA EKA CANDRA SUNARYO

NIM. 22511636

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

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Adytia Eka Candra Sunaryo
Nim : 22511636
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis Struktur Makro, Kuat Tarik, Dan Kekerasan
Campuran Serbuk Tembaga Dan Serbuk Kayu Ulin
Bermatrik Limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP)

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, 21 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

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 : Adytia Eka Candra Sunaryo

NIM : 22511636

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul “Analisis Struktur Makro, Kuat Tarik, Dan Kekerasan Campuran Serbuk Tembaga Dan Serbuk Kayu Ulin Bermatrik Limbah Aluminium Composite Panel (ACP)” 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 undang-undang yang berlaku.

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

Ponorogo, 21 Juli 2026

Mahasiswa,



Adytia Eka Candra Sunaryo

NIM. 22511636

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Adytia Eka Candra Sunaryo
NIM : 22511636
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis Struktur Makro, Kuat Tarik, Dan Kekerasan
Campuran Serbuk Tembaga Dan Serbuk Kayu Ulin
Bermatrik Limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP)

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen penguji tugas akhir jenjang strata satu (S1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 21 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. Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd. (Anggota Penguji II)

NIK. 19900421 202109 12

Mengetahui,



Dekan fakultas Teknik

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

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin

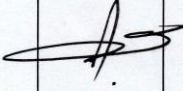
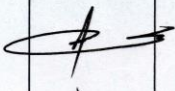
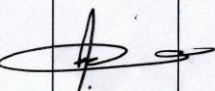
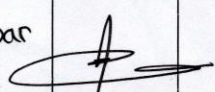
Yoyok Winardi, S.T., M.T.

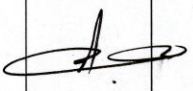
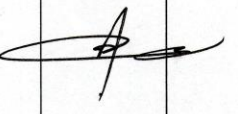
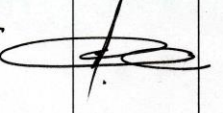
NIK. 19860803 201909 13

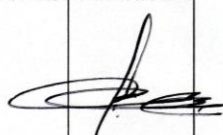
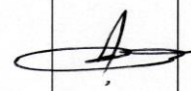
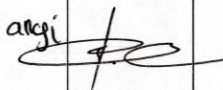
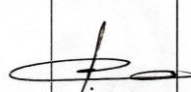
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

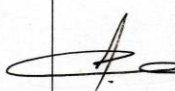
Nama : Aditya Elia Condra Sunaryo
 NIM : 225 11636
 Judul Skripsi : Analisis Struktur Manca, Kaca Kaca, Dan Ketahanan Campuran Serbuk Keramik dan Resin
untuk Pemernit Limbah Industri komposit panel (ACP)
 Dosen Pembimbing Utama : Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T., Ph.D

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	4/11/2025	Konsultasi Judul	Acc Judul	
2	17/11/2025	Bab I	- Revisi Cover - Revisi Batasan masalah	
3	26/11/2025	Bab II	- Merapikan awalan kalimat pada manfaat penelitian - Lanjut Bab 2	
4	18/12/2025	Bab II	- Penulisan keterangan gambar - Penambahan referensi	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	08/01/2026	Bab 2 dan 3	- Keterangan tabel - Penambah tabel komposisi campuran spesimen	
6	9/01/2026	Bab 2 dan 3	- Perbaikan tabel - Penambahan penjelasan peralatan	
7	12/01/2026	Bab 3	- Perbaikan gambar - Perbaikan format	
8	14/01/2026	Muhasabah 1-3	revisi telah dilakukan Ade Sempu	
9	07/05/2026	Bab 1-4	Pembelajaran DOE	
10	25/05/2026	Bab 1-4	- Revisi penulisan label - Penambahan grafik dari Data	

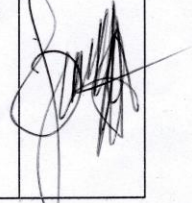
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	15/05 2026	BAB IV	Bimbingan DOK	
12	15/06 2026	BAB IV	- Penyesuaian warna diagram - Format penulisan - Perombakan keterangan grafik	
13	17/06 2026	BAB IV	- Gambar uji makro - Keterangan uji makro - Penyesuaian hasil uji makro - Lanjut Bab 5	
14	24/06 2026	BAB IV dan BAB V	- Perombakan tabel - Dilanjut	
15	2/07 2026	Poster H11 dan Grafis Jurnal	- Ace Poster H11 - H12/AF Jurnal Foto dihapus - Perombakan Abstract - Dupus	
16	6/07 2026	Bab IV	- Revisi Tabel modulus - Gambar	

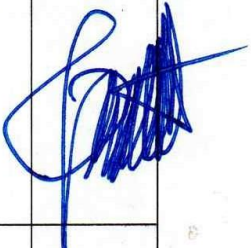
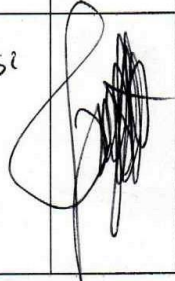
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
17	7/07 2026	- Bab IV dan V - Jurnal	- Bab V Kesimpulan - Abstrak Jurnal	
18	8/07 2026	- BAB IV dan V	- Susun ulang dari Bab 1 s/d 5	
19	9/07 26	Abstrak	Revisi telah dilakukan Acc Sidney	
20				
21				
22				

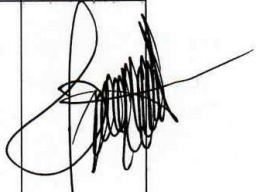
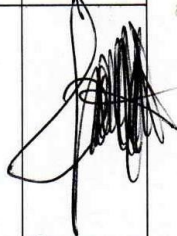
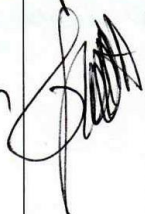
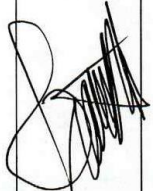
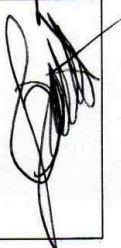
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Adytia Elha Candra Sunaryo
 NIM : 22511636
 Judul Skripsi : Analisis Struktur mekanis, kuat tarik, dan ketahanan compresion serbuk tembakau
dan kayu ulin berminyak limbah aluminium komposito panel (ACP)
 Dosen Pembimbing Pendamping : Rizki Dwi Ardika, ST. MT

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	5/11/2025	Konsultasi Judul	ACC Judul	
2	19/11/2025	BAB I	- Perbaikan bahasa latin - Tambah manfaat penelitian - Tambah referensi	
3	2/12/2025	BAB I	- Acc - Lanjut Bab II - Seratkan Daftar pustaka	
4	18/12/2025	Bab II	- Penulisan keterangan gambar - Penambahan Referensi	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	08/01/2026	Bab 2 dan Bab 3	- Gambar time schedule kurang besar - Keterangan gambar	
6	12/01/2026	Bab 2 dan Bab 3	- Perubahan pada timescedu - Penambahan isi penjelasan	
7	13/01/2026	Bab 3	- Revisi penjelasan - merapikan penjelasan tulisan	
8	15/01/2026	Acc	Sempro GAS!!!	
9	11/1/2026	Bab 1-3	Revisi font yang uji keherasan	
10	11/1/2026	BAB 1-3	- Penambahan sitasi, revisi tulisan garis - Daftar pustaka - Gambar	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	24/06 2026	BAB IV dan BAB V	Bab 4. Pembahasan Situsi	
12	29/06 2026	BAB IV dan BAB V	- Pembetulan kalimat yang salah - Tabel	
13	30/06 2026	Bab IV dan Bab V	- Bab 4, kalimat typo - Bab 5	
14	2/07 2026	HKI OK Draft Jurnal	- HKI ACC - Draft Jurnal dibenarkan	
15	08/07 2026	Bab 4	- Draft Jurnal - Bab 4 Pembahasan Tank	
16	08/07	ACC sidang	ACC sidang	

MOTTO

“Tidak ada jalan tanpa debu, tidak ada kesuksesan tanpa doa ibu”

“ Selesaikan apa yang sudah kamu mulai, lewati saja badainya jangan ubah tujuannya”

“Wulang sunya ing madya, sangkan paraning dumadi”



ANALISIS STRUKTUR MAKRO, KUAT TARIK, DAN KEKERASAN CAMPURAN SERBUK TEMBAGA DAN SERBUK KAYU ULIN BERMATRIK LIMBAH ALUMINIUM COMPOSITE PANEL (ACP)

Adytia Eka Candra Sunaryo¹, Wawan Trisnadi Putra², Rizki Dwi Ardika³
Program Studi Teknik Mesin, Unniversitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : adytiaecs10tkra2019@gmail.com

ABSTRAK

Limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP) sebagai materi komposit merupakan salah satu upaya untuk mengurangi limbah sekaligus menghasilkan material yang bernilai tambah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi komposisi serbuk tembaga dan serbuk kayu ulin pada matriks limbah ACP terhadap struktur makro, kuat tarik, dan kekerasan komposit. Pembuatan spesimen dilakukan menggunakan metode *hot press* pada suhu 130° C dan tekanan 2,5 bar dengan variasi komposisi yang ditentukan menggunakan *Design of Experiment* (DOE). Pengujian meliputi uji tarik berdasarkan ASTM D638 tipe IV, uji kekerasan shore D berdasarkan ASTM D2240, serta pengamatan struktur makro menggunakan mikroskop stereo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi material berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit. Kuat tarik tertinggi 4,06 Mpa diperoleh pada komposisi PE 70%, Serbuk kayu ulin 18%, Tembaga 5%, sedangkan nilai kekerasan tertinggi mencapai 60,833 shore D pada komposisi PE 70%, serbuk kayu ulin 18%, dan serbuk tembaga 5%. Pengamatan struktur makro menunjukkan distribusi filler yang lebih homogen menghasilkan ikatan antarmuka yang lebih baik sehingga meningkatkan sifat mekanik komposit dengan demikian limbah ACP yang dipadukan dengan serbuk kayu ulin dan serbuk tembaga berpotensi dikembangkan sebagai material komposit ramah lingkungan untuk aplikasi teknik.

Kata kunci : Limbah ACP, Serbuk Kayu Ulin, Serbuk Tembaga, Uji Makro, Uji tarik, Uji kekerasan

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur kami panjatkan pada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Struktur Makro, Kuat Tarik, Dan Kekerasan Campuran Serbuk Tembaga Dan Serbuk Kayu Ulin Bermatrik Limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP)” dengan lancar.

Pada kesempatan penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Edi Kurniawan, S.T., M.T. Selaku dekan fakultas Teknik 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, M.T., Ph.D. Selaku pembimbing 1
5. Bapak Rizki Dwi Ardika, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2
6. Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Kepada orang tua yang telah memberikan do`a serta dukunganya.
8. Kepada teman-teman mahasiswa dari program studi teknik mesin angkatan 2022.
9. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwasanya masih ada kekurangan dari harapan pembaca, maka dari itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang dapat menyempurnakan isi daripada skripsi ini, semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi pembaca.

Ponorogo, 21 Juli 2026

Adytia Eka Candra Sunaryo

NIM. 22511636

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
MOTTO	xii
ABSTRAK	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR RUMUS	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	5
1.4 BATASAN MASALAH	5
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 <i>Aluminium Composite Panel (ACP)</i>	10
2.3 Jenis – Jenis <i>Aluminium Composite Panel (ACP)</i>	12
2.4 <i>Mirror AC</i>	15
2.5 <i>Granite/Marble ACP</i>	16
2.6 <i>Honeycomb ACP</i>	16

2.7 Serbuk Tembaga.....	17
2.8 Kayu Ulin.....	20
2.9 Pengujian yang dilakukan	21
2.9.1 Uji makro	21
2.9.2 Uji tarik	22
2.9.3 Uji kekerasan durometer short D	23
BAB III 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.....	29
3.3 Komposisi spesimen	29
3.4 Pembuatan spesimen.....	30
3.5 Pengujian spesimen.....	31
3.6 Diagram alur.....	36
BAB IV ANALISIS DATA & PEMBAHASAN	37
4.1 hasil uji struktur makro	37
4.2 Hasil uji tarik.....	51
4.2.1 Nilai kekuatan tarik.....	52
4.2.2 Nilai regangan	55
4.3 Uji Kekerasan.....	59
BAB V PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Aluminium Composite Panel</i>	11
Gambar 2. 2 Serbuk ACP	12
Gambar 2. 3 Lapisan Serat	13
Gambar 2. 4 <i>FR Core</i>	14
Gambar 2. 5 <i>Core Aluminium</i>	14
Gambar 2. 6 <i>Mirror ACP</i>	16
Gambar 2. 7 <i>Murble ACP</i>	16
Gambar 2. 8 <i>HoneyComb ACP</i>	17
Gambar 2. 9 Tembaga	18
Gambar 2. 10 Serbuk Tembaga	20
Gambar 2. 11 Kayu Ulin	20
Gambar 2. 12 Ilustrasi Hasil Uji Makro	22
Gambar 2. 13 Ilustrasi uji tarik dan datanya	22
Gambar 2. 14 Ilustrasi Pengujian durometer <i>shore D</i>	24
Gambar 3. 1 Alat <i>Hotpress</i>	25
Gambar 3. 4 Desain Cetakan	28
Gambar 3. 5 Desain Cetakan	28
Gambar 3. 10 Alat uji Makro	32
Gambar 3. 11 Alat Uji Tarik	33
Gambar 3. 12 Spesimen Uji Tarik	33
Gambar 3. 13 Alat Uji Kekerasan	34
Gambar 3. 14 Spesimen ASTM D785	35
Gambar 3. 15 Diagram Alur	36
Gambar 4. 1 Spesimen 1	37
Gambar 4.2 Spesimen 2	39
Gambar 4.3 Spesimen 3	40
Gambar 4. 4 Spesimen 4	41
Gambar 4.5 Spesimen 5	42
Gambar 4.6 Spesimen 6	43
Gambar 4.7 Spesimen 7	44
Gambar 4. 8 Spesimen 8	45

Gambar 4. 9 Spesimen 9	46
Gambar 4. 10 Spesimen 10	47
Gambar 4. 11 Spesimen 11	48
Gambar 4. 12 Spesimen 12	49
Gambar 4. 13 Spesimen 13	50
Gambar 4. 14 Spesimen sebelum di uji tarik	51
Gambar 4. 15 Spesimen Sesudah di uji tarik	51
Gambar 4. 16 Grafik kekuatan Uji Tarik	53
Gambar 4. 17 Grafik <i>Responsesurface Plot</i> tegangan.	54
Gambar 4. 18 Grafik Regangan tarik	56
Gambar 4. 19 Grafik <i>Response Surface Plot</i> regangan.....	58
Gambar 4. 20 Spesimen Uji kekerasan	59
Gambar 4. 21 Grafik Uji Kekerasan	61
Gambar 4. 22 Grafik <i>Response Surface Plot</i> kekerasan	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Properti ACP	12
Tabel 2. 2 Spesifikasi Tembaga	19
Tabel 4. 1 Nilai kekuatan tarik.....	52
Tabel 4. 2 Regangan Tarik.....	55
Tabel 4. 4 Hasil uji kekerasan	60



DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Uji Tarik.....	23
Rumus 2.2 Tegangan.....	23
Rumus 2.3 Regangan	23

