

SKRIPSI

**ANALISIS EKSPERIMENTAL KETANGGUHAN
IMPAK DAN DELAMINASI KOMPOSIT SERAT
KARBON *FORGED* – *EPOXY***



Oleh :

Danny Setiawan Dwi Pambayu
NPM .21036010007

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2026**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**"ANALISIS EKSPERIMENTAL KETANGGUHAN IMPAK DAN DELAMINASI
KOMPOSIT SERAT KARBON FORGED – EPOXY"**

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata Satu dan
Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

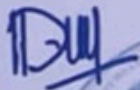
Oleh:

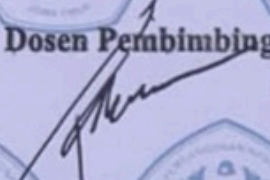
Nama : Danny Setiawan Dwi Pambayu
NPM : 21036010007
Konsentrasi : Material

Telah diuji dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Pada Hari Senin 22 Juni 2026
Telah disahkan oleh

Dosen Penguji 1

Dosen Pembimbing


Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., MT.
NIP. 19910114 202506 2 005


Ndayu Adyono, S.Si., M.T.
NIP. 19900125 202406 1 001

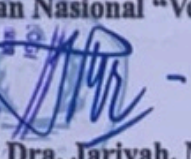
Dosen Penguji 2


Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.
NIP. 19930120 202406 1 001

Koordinator Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik dan Sains Universitas
Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 19640611 199203 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Danny Setiawan Dwi Pambayu

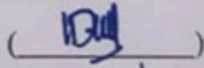
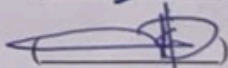
NPM : 21036010007

Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~ / Teknik Mesin

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ / ~~SEMINAR PROPOSAL~~ / SKRIPSI / TUGASAKHIR Ujian Lisan Periode IV, TA 2025/2026.

Dengan judul : "ANALISIS EKSPERIMENTAL KETANGGUHAN IMPAK DAN DELAMINASI KOMPOSIT SERAT KARBON FORGED – EPOXY"

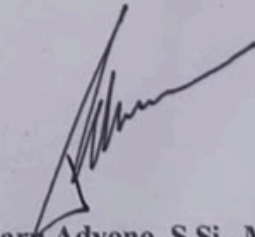
Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., MT. ()
2. Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc. ()

Surabaya, 29 Juni 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing


Ndaru Advono, S.Si., M.T.
NIP/199001252024061001

Catatan: *) coret yang tidak perlu

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Danny Setiawan Dwi Pambayu
NPM : 21036010007
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknin dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 Juli 2026

Yang Membuat pernyataan



Danny Setiawan Dwi Pambayu
21036010007



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya Telp. (031) 870 6369

Laman: <https://upnjatim.ac.id>, Email: humas@upnjatim.ac.id

SURAT KETERANGAN
HASIL PEMERIKSAAN TINGKAT PLAGIARISME
NOMOR : 3552/UN63/SISANTIK/FT/VII/2026

Yang bertanda-tangan di bawah ini,

Nama : Dr. FARIDA PULANSARI, S.T., M.T.
NI P3K : 197902032021212007
Jabatan : Wakil Dekan Bidang Akademik - Fakultas Teknik Dan Sains

dengan ini menerangkan bahwa telah dilakukan pemeriksaan tingkat kesamaan (plagiarisme) menggunakan software Turnitin terhadap dokumen dalam daftar di bawah ini :

Judul Karya Tulis : ANALISIS EKSPERIMENTAL KETANGGUHAN IMPAK DAN DELAMINASI
KOMPOSIT SERAT KARBON FORGED – EPOXY_DANNY SETIAWAN DWI
PAMBAYU
Jenis Publikasi : Skripsi
Penulis : Danny Setiawan Dwi Pambayu (21036010007)
Tingkat Kesamaan (%) : 19 %
Operator Pemeriksa : RIZQA RUVIANA M.T.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 06 Juli 2026

Wakil Dekan Bidang Akademik - Fakultas
Teknik Dan Sains



Dr. FARIDA PULANSARI, S.T., M.T.
NI P3K 197902032021212007

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia serta bimbingan-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Laporan Usulan Penelitian yang berjudul “ANALISIS EKSPERIMENTAL KETANGGUHAN IMPAK DAN DELAMINASI KOMPOSIT SERAT KARBON *FORGED - EPOXY*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, bimbingan, dukungan, doa, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Luluk Edahwati, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. Bapak Ndaru Adyono, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., M.T., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan evaluasi, kritik, serta saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.
6. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, perhatian, motivasi, dan dukungan tanpa henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
7. Berliana Dwi Febiyani yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, serta perhatian selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam perjalanan hidup penulis dan selalu memberikan semangat dalam setiap proses yang dilalui.

8. Seluruh keluarga besar Mahapala UPN "Veteran" Jawa Timur yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta kebersamaan selama penulis menjalani proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca serta pihak-pihak yang membutuhkan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Surabaya, 22 Juni 2026

Penulis

ABSTRAK

Material komposit merupakan material yang banyak digunakan dalam bidang rekayasa karena memiliki keunggulan seperti kekuatan tinggi, ringan, serta ketahanan terhadap korosi. Salah satu jenis komposit yang berkembang saat ini adalah komposit karbon forged, yaitu komposit yang menggunakan potongan serat karbon pendek dengan orientasi acak yang dikombinasikan dengan matriks resin *epoxy*. Material ini memiliki potensi untuk digunakan pada komponen yang membutuhkan ketahanan terhadap benturan, seperti pada industri otomotif dan perlengkapan keselamatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi karbon forged dan resin *epoxy* serta kecepatan adukan terhadap ketangguhan impak dan morfologi delaminasi komposit karbon *forged-epoxy*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pembuatan spesimen menggunakan metode *vacuum resin infusion*. Variasi komposisi material yang digunakan yaitu 50% karbon forged : 50% resin, 60% karbon forged : 40% resin, dan 80% karbon forged : 20% resin, dengan variasi kecepatan adukan 200 RPM, 400 RPM, dan 600 RPM. Pengujian ketangguhan impak dilakukan menggunakan metode Izod sesuai standar ASTM D4812, sedangkan pengamatan delaminasi dilakukan menggunakan kamera makro pada permukaan patahan spesimen setelah pengujian impak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi material berpengaruh signifikan terhadap ketangguhan impak komposit, dimana komposisi 50% karbon forged : 50% resin menghasilkan nilai ketangguhan impak tertinggi sebesar 74,9 J/m². Selain itu, kecepatan adukan 200 RPM menghasilkan nilai ketangguhan impak yang lebih baik dibandingkan kecepatan adukan yang lebih tinggi. Hasil pengamatan morfologi menunjukkan adanya fenomena delaminasi, fiber pull-out, dan retakan matriks pada permukaan patahan komposit setelah pengujian impak.

Kata kunci: karbon forged, komposit *epoxy*, ketangguhan impak, delaminasi, kecepatan adukan.

ABSTRACT

Composite materials are widely utilized in engineering applications due to their superior properties, including high strength, low weight, and excellent corrosion resistance. Among these, forged carbon composites, which consist of randomly oriented short carbon fibers embedded in an epoxy resin matrix, have emerged as a promising material. This material demonstrates significant potential for impact-resistant applications, particularly in the automotive industry and safety equipment. This study aims to investigate the effects of variations in carbon forged–epoxy composition and mixing speed on the impact toughness and delamination behavior of forged carbon–epoxy composites. An experimental approach was employed, in which composite specimens were fabricated using the vacuum resin infusion method. The material compositions were varied at 50:50, 60:40, and 80:20 (carbon forged to epoxy resin ratios), while the mixing speeds were set at 200, 400, and 600 RPM. Impact toughness was evaluated using the Izod method in accordance with ASTM D4812 standards, while delamination behavior was analyzed through macro-scale observations of the fracture surfaces following impact testing. The results indicate that material composition significantly influences the impact toughness of the composite, with the 50:50 composition yielding the highest impact toughness value of 74,9 J/m². This is attributed to a more balanced distribution between the matrix and reinforcement, resulting in improved interfacial bonding. In addition, a mixing speed of 200 RPM produced higher impact toughness compared to higher mixing speeds. Morphological analysis revealed the presence of delamination, fiber pull-out, and matrix cracking on the fracture surfaces, indicating that multiple failure mechanisms contribute to the overall fracture behavior of the composite.

Keywords: Carbon forged, epoxy composite, impact toughness, delamination, mixing speed.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR BEBAS REVISI	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL.....	4
DAFTAR GAMBAR.....	5
DAFTAR LAMPIRAN	6
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Kajian Teori	10
2.2 Landasan Teori.....	12
2.3 Material Teknik.....	12
2.4 Pengertian Komposit	14
2.5 <i>Reinforce</i> (penguat)	16
2.6 Matrik	19
2.6.1 Jenis – jenis Resin.....	19
2.6.2 <i>Curing Agents</i> (Hardeners)	21
2.6.3 Fiber (serat).....	22
2.7 Serat Buatan.....	23
2.8 Uji Impak.....	25
2.9 Delaminasi	27
2.10 Metode <i>Vacuum Resin Infusion</i> (VARI)	28

2.11 Metode <i>Hand Lay Up</i>	28
2.12 Metode <i>Vacuum Bag</i>	29
2.13 Helm	30
2.14 Hipotesis Penelitian	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Diagram Alir	33
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.3 Variabel Penelitian	34
3.4 Desain Eksperimen	34
3.5 Alat dan Bahan Pengujian	34
3.5.1 Alat	34
3.5.2 Bahan	35
3.6 Pembuatan Komposit	36
3.6.1 Cetakan Komposit	36
3.6.2 Prosedur Preparasi Spesimen	36
3.6.3 Alat Pengujian	37
3.7 Prosedur Pengujian Penelitian	37
3.7.1 Perhitungan Fraksi Volume Komposit	37
3.7.2 Prosedur Pengujian	38
3.8 Tabel Data Penelitian	38
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Bahan Dasar Spesimen Uji	39
4.2 Data Hasil pengujian Impak	39
4.2.1 Uji Two Way ANOVA	40
4.2.2 Pengaruh Komposisi dan Kecepatan Adukan Terhadap Ketangguhan Impak	42
4.3 Pembahasan Hasil Pengujian dengan Foto Makroskopik	44
4.3.1 Delaminasi Variasi Campuran	44
BAB V	47
KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49

LAMPIRAN	52
----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian.....	34
Tabel 3. 2 Desain Eksperimen.....	34
Tabel 3. 3 Tabel Alat.....	35
Tabel 3. 4 Bahan.....	35
Tabel 3. 5 Data Campuran Resin Dan Krbon Forged.....	38
Tabel 3. 6 Kecepatan putaran bor.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Impak.....	39
Tabel 4. 2 Hasil Uji <i>Two Way</i> ANOVA.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Material Penyusun Komposit.....	15
Gambar 2. 2 Klasifikasi Material komposit Berdasarkan Penguatnya.....	15
Gambar 2. 3 Komposit Lapis.....	16
Gambar 2. 4 Komposit Partikel.....	17
Gambar 2. 5 Resin <i>Epoxy</i>	20
Gambar 2. 6 Resin Polyester.....	20
Gambar 2. 7 Karbon Fiber.....	24
Gambar 2. 8 Fiberglass.....	25
Gambar 2. 9 Metode Charpy dan Izod.....	26
Gambar 2. 10 Metode <i>Vacum Infusion Resin</i>	28
Gambar 2. 11 Metode <i>Hand Lay Up</i>	29
Gambar 2. 12 Metode <i>Vacuum Bag</i>	30
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	33
Gambar 3. 2 pembuatan komposit.....	36
Gambar 3. 3 Cetakan Komposit	36
Gambar 4. 1 Grafik pengaruh kecepatan adukan terhadap ketangguhan impak.....	42
Gambar 4. 2 Gambar delaminasi variasi campuran.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Gambar Pembuatan Cetakan	54
Lampiran 1. 2 Gambar Pembuatan spesimen.....	58
Lampiran 1. 3 Gambar Pengambilan Data Impak.....	58
Lampiran 1. 4 Gambar Pengambilan Data Delaminasi Menggunakan Alat Mikroskop Optik.....	58