

SKRIPSI

**ANALISA UJI *IMPACT* KOMPOSIT MATRIKS *EPOXY*-KARET 30%, 40%,
50% PENGUAT SERAT RAMI, ANYAMAN KAWAT, DAN KARBON
SEBAGAI *BODY ARMOR***



DISUSUN OLEH :

NAMA : I MADE OKA SUCITA ANGGAYANA

NIM : 1811920

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JANUARI 2020**

SKRIPSI

**ANALISA UJI *IMPACT* KOMPOSIT Matriks *EPOXY*-KARET 30%, 40%,
50% Penguat Serat Rami, Anyaman Kawat, dan Karbon
Sebagai *BODY ARMOR***



DISUSUN OLEH :

NAMA : I MADE OKA SUCITA ANGGAYANA
NIM : 1811920

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JANUARI 2020

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**ANALISA UJI *IMPACT* KOMPOSIT Matriks *EPOXY*-KARET 30%,
40%, 50% Penguat Serat Rami, Anyaman Kawat, dan
KARBON SEBAGAI *BODY ARMOR***



DISUSUN OLEH :

NAMA : I MADE OKA SUCITA ANGGAYANA
NIM : 1811920

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (strata satu) S-1
pada jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri di Institut
Teknologi Nasional Malang

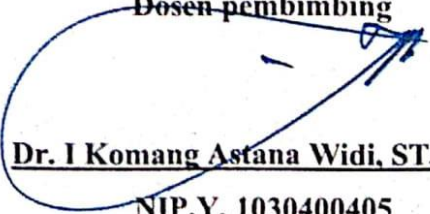
Malang, 10 Februari 2020

Diperiksa/Disetujui

Dosen pembimbing

Mengetahui,
Wakil Dekan I FTI

Dekan Sibut, ST., MT.
NIP.Y. 1030300379


Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT BNI PESEKRO MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigurgura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : I Made Oka Sucita Anggayana

NIM : 1811920

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul : ANALISA UJI *IMPACT* KOMPOSIT Matriks *EPOXY* KARET
30%, 40%, 50% PENGUAT SERAT RAMI, ANYAMAN KAWAT,
DAN KARBON SEBAGAI *BODY ARMOR*

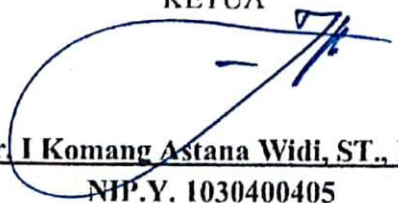
Dipertahankan Di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Srata Satu (S-1)
Hari : Senin

Tanggal : 27 Januari 2020

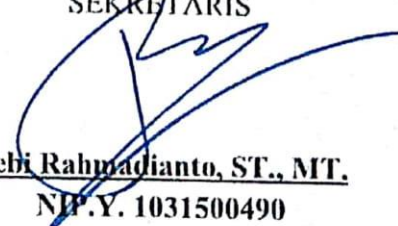
Dengan Nilai : 82,75 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405

SEKRETARIS

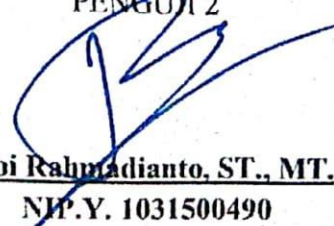

Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP.Y. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI 1


Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP.Y. 1018600128

PENGUJI 2


Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP.Y. 1031500490



**ANALISA UJI *IMPACT* KOMPOSIT MATRIKS *EPOXY*-KARET 30%,
40%, 50% PENGUAT SERAT RAMI, ANYAMAN KAWAT, DAN
KARBON SEBAGAI *BODY ARMOR***

I Made Oka Sucita Anggayana
Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur
e-mail: sucitaoka@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kekuatan *impact* dari material komposit penguat serat rami, anyaman kawat, dan serat karbon dengan matriks *epoxy* campuran karet dengan persentase 30%, 40% dan 50% dengan standar ASTM D256-00 dan akan dibuat sebagai panel dada anti peluru. Nilai *impact* tertinggi didapat pada campuran matriks *epoxy*-karet persentase 30% didapat rata-rata harga *impact* sebesar 0.0267 Joule/mm², dan nilai *impact* terendah pada persentase campuran karet silikon 50% didapat rata-rata harga *impactnya* adalah 0.0195 Joule/mm². Dari hasil pengujian *impact*, persentase karet yang digunakan untuk pembuatan panel dada anti peluru adalah persentase campuran karet silikon 30%. Didapati hasil pengujian tembak yang dilakukan pada panel dada anti peluru adalah tertembus. Pada panel dada terdapat lubang peluru dengan diameter 17,6 mm pada bagian depan (serat rami), dan 20,9 mm pada bagian belakang (karbon kevlar), serta terdapat timbunan serat pada bagian karbon sepanjang 9mm. Lalu setelah dilakukan pengujian tembak, dilakukan foto SEM dan didapat cacat rongga pada material panel dada anti peluru.

Kata kunci: variasi campuran matriks *epoxy*-karet silikon, uji *impact*, *body armor*, foto SEM.

***ANALYSIS OF THE IMPACT TEST COMPOSITE OF MATRIX EPOXY-
RUBBER 30%, 40%, 50% STRENGTHENER OF RAMI, WOVEN WIRE,
AND CARBON AS BODY ARMOR***

I Made Oka Sucita Anggayana

S1 Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology, East Java

e-mail: sucitaoka@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the results of the impact strength of hemp fiber reinforcement composite materials, wire mesh, and carbon fiber with epoxy rubber mix matrix with a percentage of 30%, 40% and 50% with ASTM D256-00 standards and will be made as bullet proof chest panels . The highest impact value is obtained on a mixture of epoxy-rubber matrix percentage of 30% obtained an average impact price of 0.0267 Joule / mm², and the lowest impact value on the percentage of 50% silicone rubber mixture obtained an average impact price is 0.0195 Joule / mm². From the results of impact testing, the percentage of rubber used for making bullet proof chest panels is the percentage of 30% silicone rubber mixture. Found the results of testing carried out on bullet proof chest panels are penetrated. In the chest panel there are bullet holes with a diameter of 17.6 mm on the front (hemp fiber), and 20.9 mm on the back (carbon kevlar), and there is a generation of fibers on the carbon section along the 9mm. Then after firing testing, SEM photo was taken and a cavity defect was obtained in the body armour material.

Keywords: variations of the epoxy-silicone rubber matrix mixture, impact test, body armor, photo SEM.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan laporan skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT., selaku ketua program studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang, serta selaku dosen pembimbing yang tak henti-hentinya memberikan arahan, motivasi, dan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi ini.
4. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku penguji 1 ujian komprehensif yang telah memberi masukan/saran untuk skripsi yang penulis susun agar lebih baik.
5. Bapak Febi Rahmadianto, S.T., M.T., selaku penguji 2 ujian komprehensif yang telah memberi masukan/saran untuk skripsi yang penulis susun agar lebih baik.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
7. Untuk orang tua yang selalu mendukung secara finansial dan doa pada penulis.
8. Semua teman-teman mahasiswa alih jenjang angkatan 2018 yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari Laporan Proposal Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan skripsi yang dibuat.

Malang, 10 Februari 2020

Penulis

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Oka Sucita Anggayana

NIM : 1811920

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 10 Februari 2020



I Made Oka Sucita Anggayana
NIM. 1811920

LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I Made Oka Sucita Anggayana
NIM : 1811920
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : Analisa Uji *Impact* Komposit Matriks *Epoxy* Karet 30%,
40%, 50% Penguat Serat Rami, Anyaman Kawat, dan
Karbon Sebagai *Body Armor*
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	14 Oktober 2019	Pengajuan judul skripsi	
2	23 Oktober 2019	Pengajuan proposal skripsi	
3	15 November 2019	Revisi proposal skripsi	
4	1 Desember 2019	Konsultasi Bab 1,2, dan 3	
5	6 Januari 2020	Konsultasi Bab 4 dan 5	
6	9 Januari 2020	Asistensi seminar hasil	
7	20 Januari 2020	Revisi seminar hasil	
8	23 Januari 2020	ACC skripsi untuk ujian komprehensif	

Malang, 10 Februari 2020

Diperiksa dan Disetujui
Dosen pembimbing



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I Made Oka Sucita Anggayana
NIM : 1811920
Jurusa : Teknik Mesin S-1
Judul : Analisa Uji *Impact* Komposit Matriks *Epoxy* Karet 30%, 40%,
50% Penguat Serat Rami, Anyaman Kawat, dan Karbon
Sebagai *Body Armor*
Tanggal mengajukan skripsi : 14 Oktober 2019
Tanggal menyelesaikan skripsi : 27 Januari 2020
Telah dievaluasi dengan nilai : 85,00 (A)
Dosen pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

Malang, 10 Februari 2020

Diperiksa dan Disetujui
Dosen pembimbing


Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	vi
LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI	vii
LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematikan Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Umum	5
2.1.1 Rompi anti peluru	5
2.2 Peluru.....	7
2.3 Pengertian Komposit	8
2.4 Komponen Penyusunan Komposit	9

2.4.1	Matriks.....	9
2.4.2	Reinforcement atau Filler atau Fiber	10
2.5	Klasifikasi Komposit	10
2.5.1	Klasifikasi Berdasarkan Matrik	11
2.5.2	Klasifikasi Berdasarkan Penguat	12
2.6	Resin	15
2.6.1	<i>Epoxy</i>	15
2.6.2	Karet silikon	16
2.7	Serat	17
2.7.1	Serat Karbon	18
2.7.2	Anyaman Kawat	19
2.7.3	Serat Rami	20
2.8	Fraksi Volume	21
2.9	Faktor-Faktor Pengaruh Material Komposit.....	22
2.10	Metode Manufaktur Komposit	25
2.10.1	Proses cetakan terbuka.....	25
2.10.2	Proses cetakan tertutup	27
2.11	Sifat-Sifat Mekanik Material	28
2.12	Pengujian <i>Impact</i>	29
2.13	Pengujian Tembak	33
2.14	Foto SEM (Scanning Electron Microscope).....	36
	BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1	Diagram Alir Penelitian	38
3.2	Penjelasan Diagram Alir.....	39
	BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN	65

4.1.1	Pengolahan data hasil uji impak	65
4.1.2	Pembahasan hasil uji <i>impact</i>	67
4.1.3	Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Uji Tembak.....	70
4.1.4	Pengolahan data hasil pengujian tembak.....	71
4.1.5	Pembahasan hasil pengujian tembak	77
BAB V PENUTUP.....		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Soft body armor.....	5
Gambar 2.2 Hard body armor	6
Gambar 2.3 Bagian-bagian peluru	7
Gambar 2.4 Fase-fase kalam komposit	9
Gambar 2.5 Komposit berpenguat partikel	13
Gambar 2.6 Komposit laminasi	13
Gambar 2.7 Komposit <i>sandwich</i>	13
Gambar 2.8 <i>Continous fiber composite</i>	14
Gambar 2.9 <i>Woven fiber composite</i>	14
Gambar 2.10 <i>Discontinous fiber composite / chopped fiber composite</i>	15
Gambar 2.11 Resin <i>epoxy</i>	16
Gambar 2.12 <i>Silicone rubber</i>	17
Gambar 2.14 Anyaman kawat.....	20
Gambar 2.15 Pohon dan serat rami	21
Gambar 2.16 <i>Mekanisme fiber pull out</i>	24
Gambar 2.17 a) <i>Hand lay up</i> b) <i>vacuum bag</i>	26
Gambar 2.18 a) <i>Pressure bag</i> b) <i>filament winding</i>	27
Gambar 2.19 <i>Continuous pultrusion</i>	28
Gambar 2.20 Ilustrasi pengujian impak charpy dan izod.....	29
Gambar 2.21 Patahan serat.....	30
Gambar 2.22 Patahan granular	30
Gambar 2.23 Desain spesimen uji <i>impact</i>	32
Gambar 2.24 Alat uji <i>impact</i> metode Izod	32
Gambar 2.25 Desain spesimen uji <i>impact</i> metode Izod.....	33
Gambar 2.26 Desain panel dada rompi anti peluru.....	34
Gambar 2.27 Pengujian tembak	34
Gambar 2.28 Ilustrasi penetrasi peluru terhadap benda uji.....	35
Gambar 2.29 Ilustrasi penetrasi peluru terhadap benda uji.....	35
Gambar 2.30 Skema SEM.....	37

Gambar 3.2	Alat potong, penghalus dan pembuat takik	40
Gambar 3.3	Alat cetak rompi dan spesimen uji <i>impact</i>	41
Gambar 3.4	Alat anyam manual.....	41
Gambar 3.5	Alat campur dan oles matriks.....	42
Gambar 3.6	Alat-alat <i>safety</i>	42
Gambar 3.7	Alat ukur pembuatan rompi dan spesimen uji <i>impact</i>	43
Gambar 3.8	Wax	43
Gambar 3.9	Cling wrap	44
Gambar 3.10	Serat karbon kevlar.....	44
Gambar 3.11	Serat anyaman kawat.....	45
Gambar 3.12	Serat rami	46
Gambar 3.13	<i>Epoxy</i> dan <i>hardener</i>	46
Gambar 3.14	Karet silikon	47
Gambar 3.21	Desain laminasi material komposit	49
Gambar 3.22	Cetakan spesimen uji <i>impact</i>	50
Gambar 3.23	Penimbangan <i>epoxy</i> 70% dari 200gr.....	50
Gambar 3.24	Penimbangan karet silikon 30% dari 200gr	51
Gambar 3.25	Pencampuran <i>epoxy</i> dengan karet silikon	51
Gambar 3.26	Proses melapisi serat dengan matriks.....	52
Gambar 3.27	Proses <i>pressing</i> pada spesimen	52
Gambar 3.28	Hasil cetakan awal spesimen uji <i>impact</i>	52
Gambar 3.28	Hasil spesimen yang sudah dipotong	53
Gambar 3.29	Takik pada spesimen uji <i>impact</i>	53
Gambar 3.40	Alat uji <i>impact</i>	54
Gambar 3.41	Penyesuaiaan dudukan spesimen	55
Gambar 3.42	Penempatan spesimen	55
Gambar 3.43	Busur analog menunjukkan sudut α	55
Gambar 3.44	Busur analog menunjukkan sudut β	56
Gambar 3.30	Penimbangan serat yang digunakan	57
Gambar 3.31	Cetakan panel dada anti peluru	57
Gambar 3.32	Penimbangan <i>epoxy</i> yang digunakan	58

Gambar 3.33	Penimbangan karet silikon yang digunakan.....	58
Gambar 3.34	Campuran <i>epoxy</i> dan kaert silikon	58
Gambar 3.35	Pengolesan matriks pada cetakan	59
Gambar 3.36	Pengolesan matriks pada serat	59
Gambar 3.37	Pengepresan panel dada anti peluru	59
Gambar 3.38	Hasil panel dada anti peluru setelah kering.....	60
Gambar 3.39	Penimbangan berat panel dada anti peluru.....	60
Gambar 3.45	Pistol G2 <i>elite</i> pindad	61
Gambar 3.46	Proses pengujian tembak.....	62
Gambar 3.47	Pembungkusan spesimen uji tembak.....	62
Gambar 3.48	Mesin foto SEM	63
Gambar 3.49	Spesimen foto SEM.....	63
Gambar 3.50	Spesimen pada dudukan mesin SEM	63
Gambar 4.1	Spesimen uji <i>impact</i> 30% karet silikon	68
Gambar 4.2	Spesimen uji <i>impact</i> 40% karet silikon	69
Gambar 4.3	Spesimen uji <i>impact</i> 50% karet silikon	70
Gambar 4.4	Hasil Tembakan pada panel dada anti peluru.....	71
Gambar 4.5	Hasil dari pengujian tembak.....	74
Gambar 4.6	Pengaruh kecepatan tumbukan pada panel hybrid aluminium.....	75
Gambar 4.7	Serat karbon kevlar dan anyaman kawat terputus (perbesaran 13x).75	
Gambar 4.8	Cacat pada produk panel dada anti peluru (perbesaran 26x)	76
Gambar 4.9	Cacat pada produk panel dada anti peluru (perbesaran 100x)	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	NIJ standard–0101.04 P-BFS performance test summary.....	7
Tabel 2.2	Keterangan level caliber standar NIJ	8
Tabel 2.3	Sifat material termoset	16
Tabel 2.4	Spesifikasi serat karbon kevlar	19
Tabel 2.5	Properti dari anyaman kawat stainless steel.....	20
Tabel 2.6	Karakteristik serat rami	21
Tabel 3.1	Standar pengujian tembak NIJ 0101.04	61
Tabel 4.1	Dimesi dari setiap uji <i>impact</i>	65
Tabel 4.2	Hasil perhitungan energi dan harga <i>impact</i>	66
Tabel 4.3	Timbulan serat hasil tembakan	72
Tabel 4.4	Diameter kerusakan hasil tembakan	73

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Harga <i>impact</i> dari spesimen uji <i>impact</i>	66
------------	---	----

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Biodata penulis

LAMPIRAN 2 : Data pengujian impact

LAMPIRAN 3 : Perhitungan hasil uji impact

LAMPIRAN 4 : Surat keterangan pengujian tembak

LAMPIRAN 5 : Bukti pembayaran foto sem

LAMPIRAN 6 : SK Bimbingan Skripsi