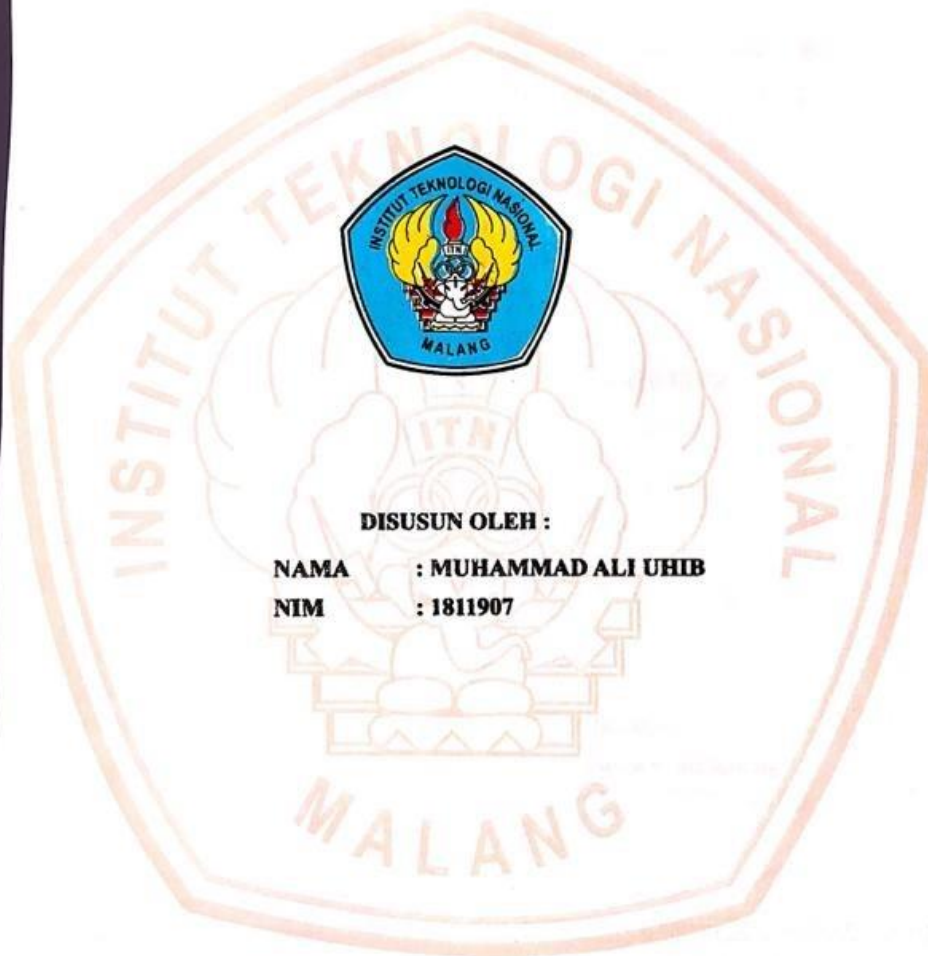


**SKRIPSI**  
**ANALISA UJI IMPAK KOMPOSIT Matriks EPOXY-KARET 30%,  
40%, 50% Penguat Serat Karbon, Rami dan Agave sebagai  
BODY ARMOR**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : MUHAMMAD ALI UHIB**  
**NIM : 1811907**

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

**2020**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**ANALISA UJI IMPAK KOMPOSIT Matriks *EPOXY*-KARET 30%,  
40%, 50% Penguat Serat KARBON, RAMI DAN AGAVE SEBAGAI  
*BODY ARMOR***

DISUSUN OLEH :

NAMA : MUHAMMAD ALI UHIB  
NIM : 1811907

Mengetahui / Disetujui Oleh:

Mengetahui,  
Wakil Dekan I



Sibut, ST, MT.  
NIP.Y. 1030300379

Disetujui  
Dosen Pembimbing



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 (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura 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 : Muhammad Ali Uhib  
NIM : 1811907  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul : ANALISA UJI IMPAK KOMPOSIT MATRIKS EPOXY-KARET  
30%, 40%, 50% PENGUAT SERAT KARBON, RAMI, DAN AGAVE  
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

**MAJELIS PENGUJI UJIAN SKRIPSI**

KETUA MAJELIS PENGUJI


  
Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1030400405

SEKRETARIS MAJELIS PENGUJI

  
Febi Rahmadianto, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1031500490

**ANGGOTA PENGUJI**

PENGUJI I

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

PENGUJI II

  
Febi Rahmadianto, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1031500490



**Analisa Uji Impak Matriks Epoxy-Karet 30%, 40%, 50% Penguat Serat  
Karbon, Rami dan Agave Sebagai Body Armor**

Muhammad Ali Uhib<sup>1</sup>, Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.<sup>2</sup>

Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail : [aliuhib0913@gmail.com](mailto:aliuhib0913@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini untuk memenuhi kebutuhan panel rompi anti peluru. Dengan menggunakan material komposit di maksudkan untuk mengurangi kelemahan penggunaan logam sebagai panel rompi anti peluru adalah sifatnya yang dapat mengabsorpsi air dan juga berat sehingga dapat menurunkan sifat mekaniknya. Untuk itu dilakukan penelitian ini menggunakan material komposit yang terdiri dari serat karbon kevlar, serat rami, dan serat agave. Sifatnya yang kuat, ringan, tahan terhadap panas sampai dengan suhu 400\_C, stabil secara kimia dan fleksibel sangat mendukung untuk penggunaannya sebagai bahan dasar penyusun komposit material anti peluru. Matriks penyusun komposit adalah resin dengan jenis resin epoxy dan di padukan dengan karet dengan variasi campuran 30%,40% dan 50% karet sebagai matriks nya dan serat karbon kevlar, serat rami ,serat agave sebagai penguat. Metode pembuatan dilakukan dengan teknik penaburan serat karbon yang kemudian dilaminasi secara kontinyu dengan sistem resin atau di sebut juga metode *hand lay up*. Hasil uji laboratorium yaitu uji tembak langsung yang akan di adakan di Pusdik Arhanud, sehingga dapat mengetahui seberapa kuat komposit ini terhadap peluru.

Karena keterbatasan peluru saat pengujian tembak di Pusdik Arhanud, kami melakukan uji *impact* untuk menentukan campuran mana yang paling kuat untuk di uji tembak.

Hasil dari uji *impact* menunjukkan variasi campuran karet dengan 30% karet yang memiliki kekuatan tertinggi dan spesimen kering dengan cepat dan tepat. Dengan Teknik *hand lay up* kami membuat rompi anti peluru dengan variasi campuran karet 30%.

Kata kunci : Matrik epoxy, silicon rubber, komposit tahan peluru, stuktur makro.

Analysis of Epoxy-Rubber Matrix Impact Test 30%, 40%, 50% Reinforcement  
Carbon Fiber, Hemp and Agave as Body Armor

Muhammad Ali Uhib<sup>1</sup>, Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.

S-1 Mechanical Engineering Faculty of Industrial Technology

Malang National Technology Institute

E-mail: aliuhib0913@gmail.com

ABSTRACT

This research is to meet the needs of bullet proof vest panels. By using composite materials, it is intended to reduce the weakness of the use of metal as a bullet proof vest panel is that it can absorb water and also weight so that it can reduce its mechanical properties. For this reason, this research was carried out using a composite material consisting of kevlar carbon fiber, hemp fiber, and agave fiber. Its strong, lightweight, heat-resistant up to a temperature of 400\_C, chemically stable and flexible is very supportive for its use as a base material for compilation of bullet-proof composite materials. Composite matrix composites are resins with epoxy resin types and mixed with rubber with a mixture of 30%, 40% and 50% rubber as its matrix and Kevlar carbon fiber, hemp fiber, agave fiber as reinforcement. The manufacturing method is done by carbon fiber sprinkling technique which is then laminated continuously with a resin system or also called the hand lay up method. The results of laboratory tests are direct firing tests that will be held at Pusdik Arhanud, so they can find out how strong this composite is against bullets.

Because of the bullet limitations when firing at the Arhanud Pusdik, we conducted an impact test to determine which mix was the strongest to be tested for.

The results of the impact test show the variation of rubber mixture with 30% rubber which has the highest strength and dry specimens quickly and precisely. With the hand lay up technique we make bullet proof vests with 30% rubber mixture variations.

Keywords: Epoxy matrix, silicon rubber, bullet resistant composites, macro structure.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya kepada umat manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi pada waktunya. Penyelesaian skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan, motivasi, dan do'a dari berbagai pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Sehubungan dengan itu, penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih 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 sebagai dosen pembimbing skripsi saya.
4. Semua dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang yang telah berkenan membantu.
5. Kedua Orang Tua beserta keluarga, terima kasih atas doa dan dukungannya demi cepat terselesaikannya skripsi ini.
6. Rekan-rekan sekelompok bimbingan skripsi yang telah bekerja sama dan selalu memberikan dukungan dikala skripsi ini mengalami kendala, serta seluruh teman-teman seangkatan Teknik Mesin ahli jenjang 2018.
7. Rekan-rekan Mercava yang selalu mendukung di balik terselesainya skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dikembangkan lagi dikemudian hari untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 27 Januari 2020

Penyusun



Muhammad Ali Uhib  
18.11.907

## LEMBAR KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ali Uhib

NIM : 1811907

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, 06 Februari 2020



Muhammad Ali Uhib

NIM. 1811907



## LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Ali Uhib  
NIM : 1811907  
Jurusan/Bidang : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : ANALISA UJI IMPAK KOMPOSIT MATRIKS EPOXY-  
KARET 30%, 40%, 50% PENGUAT SERAT KARBON,  
RAMI DAN AGAVE SEBAGAI BODY ARMOR  
Dosen Pembimbing: Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.

| No. | Tanggal          | Materi Bimbingan                   | Paraf   |
|-----|------------------|------------------------------------|---|
| 1   | 05 Oktober 2019  | Pengajuan Judul Skripsi            |   |
| 2   | 14 Oktober 2019  | Bimbingan BAB I, II, III           |  |
| 3   | 18 Oktober 2019  | Bimbingan untuk Seminar Proposal   |  |
| 4   | 23 Oktober 2019  | Persetujuan Seminar Proposal       |  |
| 5   | 15 November 2019 | Bimbingan tentang Pengujian Produk |  |
| 6   | 01 Desember 2019 | Bimbingan Pembahasan BAB IV        |  |
| 7   | 09 Januari 2020  | Persetujuan Seminar Hasil          |  |
| 8   | 20 Januari 2020  | Revisi setelah Seminar Hasil       |  |
| 9   | 21 Januari 2020  | Bimbingan untuk Komprehensif       |  |
| 10  | 23 Januari 2020  | ACC Skripsi                        |  |

Malang, 27 Januari 2020

**Diperiksa dan Disetujui**

**Dosen Pembimbing**



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

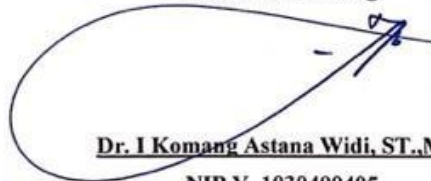
**NIP.Y. 1030400405**

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Ali Uhib  
NIM : 1811907  
Jurusan/Bidang : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : ANALISA UJI IMPAK KOMPOSIT MATRIKS EPOXY-  
KARET 30%, 40%, 50% PENGUAT SERAT KARBON,  
RAMI DAN AGAVE SEBAGAI BODY ARMOR

Tanggal Mengajukan Skripsi : 05 Oktober 2019  
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 23 Januari 2020  
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.  
Telah Dievaluasi dengan Nilai : 82.75

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing



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

## DAFTAR ISI

|                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN .....          | Error! Bookmark not defined. |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....   | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK .....                     | iii                          |
| ABSTRACT.....                     | iv                           |
| KATA PENGANTAR.....               | vi                           |
| LEMBAR KEASLIAN ISI TULISAN ..... | vii                          |
| LEMBAR ASISTENSI .....            | Error! Bookmark not defined. |
| LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI .....    | ix                           |
| DAFTAR ISI.....                   | x                            |
| DAFTAR GAMBAR.....                | xiii                         |
| DAFTAR TABEL .....                | xvii                         |
| DAFTAR GRAFIK .....               | 19ii                         |
| DAFTAR LAMPIRAN .....             | 20                           |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....           | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1 LATAR BELAKANG .....          | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2 Rumusan Masalah.....          | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3 Batasan Masalah .....         | Error! Bookmark not defined. |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....       | Error! Bookmark not defined. |
| 1.5 Manfaat .....                 | Error! Bookmark not defined. |
| 1.6 Metode Penulisan .....        | Error! Bookmark not defined. |
| BAB II DASAR TEORI.....           | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1 Teori Umum.....               | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1.1 Rompi anti peluru .....     | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1.2 Peluru .....                | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1.3 Komposit .....              | Error! Bookmark not defined. |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 2.1.4 Epoxy .....   | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.1.5 Karet silikon/ <i>silicon rubber</i> .....                | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.1.6 Serat.....  | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.2 Fraksi Volume .....   | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.3 Sifat Mekanis Bahan/Material .....                          | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.4 Proses Percetakan Komposit.....                             | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.4.1 Pencetakan semprot ( <i>spray lay-up</i> ) ...            | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.4.2 Pengemasan vakum ( <i>vacuum bagging</i> )                | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.4.3 Proses pultrusion.....                                    | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.4.4 Cetakan pemindah resin ( <i>resin transfer moulding</i> ) | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.4.5 Pencetakan tangan ( <i>hand lay-up</i> ).....             | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.5 Pengujian.....  | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.5.1 Pengujian impak .....                                     | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.5.2 Uji Tembak .....  | Error! Bookmark not defined.        |
| 2.6 Foto SEM (Scanning Electron Microscope)...                  | Error! Bookmark not defined.        |
| <b>BAB III PROSES PEMBUATAN .....</b>                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian.....                                | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.2 Alat dan Bahan .....  | <b>38</b>                           |
| 3.2.1 Alat yang digunakan.....                                  | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.2.2 Bahan yang digunakan .....                                | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.3 Fraksi Volume .....   | Error! Bookmark not defined.        |
| 3.3.1 Fraksi matriks .....                                      | <b>51</b>                           |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| 3.3.2 Fraksi serat .....                                    | 51                           |
| 3.4 Proses Pembuatan .....                                  | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4.1 Proses pembuatan spesimen uji impact .....            | 53                           |
| 3.4.2 Proses pembuatan produk panel rompi anti peluru ..... | 57                           |
| 3.5 Pelaksanaan Pengujian .....                             | 64                           |
| 3.5.1 Pengujian impact .....                                | 64                           |
| 3.5.2 Uji tembak .....                                      | 67                           |
| 3.5.3 Foto SEM ( <i>Scanning Elektron Microscope</i> )..... | 70                           |
| BAB IV PEMBAHASAN.....                                      | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Uji Impact.....    | 72                           |
| 4.1.1 Pengolahan data hasil uji impact.....                 | 72                           |
| 4.1.2 Pembahasan hasil uji impact .....                     | 74                           |
| 4.2 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Uji Tembak .....   | 76                           |
| 4.2.1 Pengolahan data hasil pengujian tembak .....          | 78                           |
| 4.2.2 Pembahasan hasil pengujian tembak .....               | 82                           |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                            | 84                           |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 84                           |
| 5.2 Saran.....  | 85                           |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 86                           |
| LAMPIRAN.....   | 88                           |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Soft Body armor.....                                      | 7  |
| Gambar 2. 2 Hard body armor dan panel.....                            | 7  |
| Gambar 2. 3 Peluru kaliber 9 mm × 19 mm.....                          | 9  |
| Gambar 2. 4 Beberapa gambar jenis komposit.....                       | 10 |
| Gambar 2. 5 Komposit partikel.....                                    | 12 |
| Gambar 2. 6 Komposit serat.....                                       | 12 |
| Gambar 2. 7 Komposit berlapis.....                                    | 12 |
| Gambar 2. 8 Macam arah serat komposit.....                            | 14 |
| Gambar 2. 9 Karet silikon/silicon rubber.....                         | 16 |
| Gambar 2. 10 Beberapa serat alami.....                                | 17 |
| Gambar 2. 11 Beberapa serat sintetis karbon biasa dan nylon.....      | 18 |
| Gambar 2. 12 Karbon kevlar.....                                       | 19 |
| Gambar 2. 13 Pohon rami dan serat rami.....                           | 20 |
| Gambar 2. 14 Pohon agave dan serat agave.....                         | 21 |
| Gambar 2. 15 Proses pencetakan semprot.....                           | 25 |
| Gambar 2. 16 Proses pencetakan vakum.....                             | 26 |
| Gambar 2. 17 Proses pencetakan pultrusion.....                        | 27 |
| Gambar 2. 18 Proses pencetakan pemindah resin.....                    | 27 |
| Gambar 2. 19 Proses pencetakan tangan.....                            | 28 |
| Gambar 2. 20 Posisi dudukan spesimen uji impact.....                  | 29 |
| Gambar 2. 21 Penampakan patah berserat.....                           | 30 |
| Gambar 2. 22 Penampakan patah granular.....                           | 31 |
| Gambar 2. 23 Disain spesimen uji impact.....                          | 32 |
| Gambar 2. 24 Contoh Pengujian tembak.....                             | 33 |
| Gambar 2. 25 Silustrasi gaya yang diteruskan oleh peluru kebenda..... | 33 |
| Gambar 2. 26 Skema SEM.....   | 34 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....                                    | 36 |
| Gambar 3. 2 Mesin bor tangan.....   | 37 |
| Gambar 3. 3 Mesin gerinda tangan.....                                       | 37 |
| Gambar 3. 4 Gergaji kasar.....  | 37 |
| Gambar 3. 5 Gergaji halus.....  | 38 |
| Gambar 3. 6 Kunci kombinasi pas ring.....                                   | 38 |
| Gambar 3. 7 Gunting.....  | 38 |
| Gambar 3. 8 Kikir segi tiga.....  | 38 |
| Gambar 3. 9 Alat pres cetakan.....  | 39 |
| Gambar 3. 10 Cetakan spesimen uji impak dan cetakan produk panel rompi..... | 39 |
| Gambar 3. 11 Rol cat.....   | 39 |
| Gambar 3. 12 Kuas.....  | 40 |
| Gambar 3. 13 Gelas takar.....   | 40 |
| Gambar 3. 14 Amplas.....  | 40 |
| Gambar 3. 15 Spet.....  | 41 |
| Gambar 3. 16 Sarung tangan.....   | 41 |
| Gambar 3. 17 Lap kain.....  | 41 |
| Gambar 3. 18 Gelas tempat mencampur.....                                    | 42 |
| Gambar 3. 19 Sendok.....  | 42 |
| Gambar 3. 20 Timbangan gram digital.....                                    | 42 |
| Gambar 3. 21 Jangka sorong.....   | 43 |
| Gambar 3. 22 Mistar baja.....   | 43 |
| Gambar 3. 23 Wax.....   | 43 |
| Gambar 3. 24 Cling wrapping.....  | 44 |
| Gambar 3. 25 Serat karbon kevlar yang sudah dipotong.....                   | 44 |
| Gambar 3. 26 Serat karbon kevlar yang sudah dipotong.....                   | 45 |
| Gambar 3. 27 Hasil anyaman serat rami.....                                  | 45 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3. 28 Anyaman Serat Agave.....  | 46 |
| Gambar 3. 29 Epoxy.....  | 46 |
| Gambar 3. 30 Karet silikon.....  | 47 |
| Gambar 3. 31 Pengukuran ketebalan serat karbon kevlar.....                     | 48 |
| Gambar 3. 32 Pengukuran ketebalan anyaman serat rami.....                      | 49 |
| Gambar 3. 33 Pengukuran ketebalan serat agave.....                             | 49 |
| Gambar 3. 34 Pengukuran ketebalan serat karbon kevlar.....                     | 50 |
| Gambar 3. 35 Pengukuran ketebalan anyaman serat rami.....                      | 50 |
| Gambar 3. 36 Pengukuran ketebalan serat agave.....                             | 50 |
| Gambar 3. 37 Disain lapisan bahan komposit.....                                | 51 |
| Gambar 3. 38 Cetakan spesimen uji impak.....                                   | 52 |
| Gambar 3. 39 Proses penimbangan epoxy 70% dari 200 g.....                      | 52 |
| Gambar 3. 40 Proses penimbangan karet silikon dan hardener 30% dari 200 g...52 |    |
| Gambar 3. 41 Epoxy dan karet silikon yang sudah dicampur.....                  | 53 |
| Gambar 3. 42 Proses pelapisan serat dengan matriks.....                        | 53 |
| Gambar 3. 43 Proses mengepres lapisan komposit agar sesuai ukuran.....         | 54 |
| Gambar 3. 44 Hasil cetakan bakalan spesimen uji impak.....                     | 54 |
| Gambar 3. 45 Spesimen yang sudah dipotong.....                                 | 54 |
| Gambar 3. 46 Disain produk panel rompi anti peluru.....                        | 55 |
| Gambar 3. 47 Fiber glas.....   | 56 |
| Gambar 3. 48 Melapisi fiber glas dengan poliester.....                         | 57 |
| Gambar 3. 49 Proses merapikan cetakan.....                                     | 57 |
| Gambar 3. 50 Cetakan yang sudah jadi.....                                      | 57 |
| Gambar 3. 51 Cetakan yang sudah jadi.....                                      | 58 |
| Gambar 3. 52 Proses penimbangan serat.....                                     | 58 |
| Gambar 3. 53 Cetakan yang sudah terlapisi.....                                 | 59 |
| Gambar 3. 54 Proses penimbangan epoxy 70% dari 200 g.....                      | 59 |
| Gambar 3. 55 Proses penimbangan karet silikon 30% dari 200 g.....              | 60 |
| Gambar 3. 56 Epoxy dan karet silikon yang sudah dicampur.....                  | 60 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 3. 57 Proses pelapisan matriks.....                                 | 60 |
| Gambar 3. 58 Proses pelapisan karbon kevlar.....                           | 61 |
| Gambar 3. 59 Proses pengepresan.....                                       | 61 |
| Gambar 3. 60 Hasil cetakan produk.....                                     | 61 |
| Gambar 3. 61 Produk yang sudah difinishing.....                            | 62 |
| Gambar 3. 62 Alat uji impak.....   | 63 |
| Gambar 3. 63 Saat melakukan pengujian impact.....                          | 64 |
| Gambar 3. 64 Catatan hasil nilai beta.....                                 | 65 |
| Gambar 3. 65 Senjata pistol G2 elite pindad.....                           | 67 |
| Gambar 3. 66 Proses pengujian tembak.....                                  | 67 |
| Gambar 3. 67 Proses pengujian tembak.....                                  | 68 |
| Gambar 3. 68 Mesin foto SEM.....   | 68 |
| Gambar 3. 69 Spesimen foto SEM.....  | 69 |
| Gambar 3. 70 Spesimen pada dudukannya dalam mesin foto SEM.....            | 69 |
| Gambar 3. 71 Proses pemilihan foto SEM.....                                | 69 |
|  |    |
| Gambar 4. 1 Kerusakan salah satu spesimen 30% karet silikon.....           | 72 |
| Gambar 4. 2 Kerusakan salah satu spesimen 40% karet silikon.....           | 72 |
| Gambar 4. 3 Kerusakan salah satu spesimen 50% karet silikon.....           | 73 |
| Gambar 4. 4 Penampakan produk setelah uji tembak.....                      | 74 |
| Gambar 4. 5 Diameter kerusakan depan tembakan.....                         | 74 |
| Gambar 4. 6 Diameter kerusakan belakang tembakan.....                      | 75 |
| Gambar 4. 7 Hasil tembakan dari arah depan produk.....                     | 76 |
| Gambar 4. 8 Hasil tembakan dari arah belakang produk.....                  | 78 |
| Gambar 4. 9 Foto SEM cacat rongga pada material komposit pembesaran 26x... | 80 |
| Gambar 4. 10 Foto SEM terjadinya celah antar matriks pembesaran 26x.....   | 81 |



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2. 1 NIJ Standard–0101.04 P-BFS performance test summary..... | 8  |
| Tabel 2. 2 Keterangan level caliber standar NIJ.....                | 10 |
| Tabel 2. 3 Sifat material termoset.....                             | 16 |
| Tabel 2. 4 Spesifikasi serat karbon kevlar.....                     | 19 |
| Tabel 2. 5 Karakteristik serat rami.....                            | 20 |
| Tabel 2. 6 Data sifat fisik serat sisal/serat agave.....            | 21 |
| <br>  |    |
| Tabel 3. 1 Standar Pengujian NIJ Standard 0101.04.....              | 66 |
| <br>  |    |
| Tabel 4. 1 Dimensi dari setiap spesimen uji impak.....              | 68 |
| Tabel 4. 2 Data hasil perhitungan energi impak dan harga impak..... | 68 |

## **DAFTAR GRAFIK**

|  |    |
|--|----|
| Grafik 4. 1 Data grafik rata-rata harga impak..... | 71 |
|--|----|

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 2.1 Hasil pengujian impak di Lab. Material Jurusan Teknik Mesin ITN
- Lampiran 2.2 Perhitungan nilai energi impak dan harga impak