

# UJI PENETRASI SPESIMEN PADA SUNGKUP HELM BERBAHAN BOKOMPOSIT SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PENGGANTI HELM

Boy Rollastin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin - Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung  
Kawasan Industri Airkantong Sungailiat-Bangka, 33211  
Telp.0717-93586, Fax.0717-93585, b.rollastin@gmail.com

## Abstract

*The correct function of helmets is to protect motorcycle riders from head injuries during accident and head collision. Most of helmets existing in markets are produced by helmet factories. The price of used materials is quite high because those materials are still imported from overseas. It causes the increasing of helmet production cost and the helmet prices in the market become quite expensive. This research aims to find how a biocomposite material (85 % PP, 10 % husk of rice and 5 % MAPP) can be used as an alternative replacement material for helmet lid preparation on the condition of passing the SNI standar test, namely the penetration test. The testing process is carried out by using the test tools referring to SNI 181-2007. The results of penetration test with thickness of 4 mm showed that the specimen can not be penetrated by indenter in accordance with the requirements of SNI 1811-2007. So that the testing can be used as a reference for alternative materials to make a standard helmet lid.*

**Keywords:** Biocomposite, lid model, finite element software, SNI 181-2007

## Abstrak

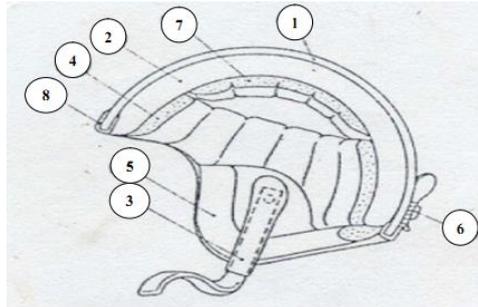
*Fungsi helm yang benar adalah sebagai pelindung untuk keselamatan pengendara sepeda motor dari cedera kepala saat terjadi kecelakaan dan mengalami benturan kepala. Kebanyakan helm yang ada dipasaran buatan dari pabrik yang sudah berstandar, mulai dari penggunaan material pembuatan sungkup helm hingga proses pengujian pada helm itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana suatu material biokomposit (85% PP, 10% sekam padi dan 5% MAPP) dapat dijadikan sebagai material pengganti alternatif pembuatan sungkup helm dengan syarat lulus pengujian yang ber-standar SNI yaitu uji penetrasi. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji yang mengacu pada SNI 181-2007. Hasil pengujian Uji penetrasi dengan ketebalan 4 mm tidak ditembus oleh indenter. sesuai dengan syarat SNI 1811-2007. Sehingga pengujian bisa dijadikan acuan untuk material alternatif pembuatan sungkup helm yang berstandar.*

**Kata kunci:** Biokomposit, Spesimen, uji penetrasi, SNI 181-2007

## 1. PENDAHULUAN

Helm merupakan perlengkapan kendaraan bermotor berbentuk topi yang melindungi kepala apabila terjadi benturan. Beberapa bagian helm diantaranya tempurung, lapisan pelindung, pelindung muka, tali pengaman dll seperti terlihat pada gambar 1. Salah satu bagian paling penting adalah bagian sungkup sebagai pelindung utama kepala ketika terjadi benturan. Sungkup helm terbuat dari material yang kuat dan bukan logam, tidak mudah berubah bentuk dan tahan terhadap pengaruh bahan pembersih. Selain itu helm harus lolos uji impact dan uji penetrasi. Uji impact yaitu pengujian helm dengan cara helm dijatuhkan dengan kecepatan maksimal 6.5 m/s dan tidak terdapat kerusakan sedangkan Uji penetrasi yaitu pengujian dengan menggunakan alat pemberat berbentuk kerucut berbahan logam yang dikeraskan kemudian dijatuhkan dari ketinggian maksimal 1.6 m dan helm tidak terjadi kerusakan.

1. Sungkup
2. Lapisan pelindung
3. Tali pemegang
4. Lapisan kenyamanan
5. pelindung telinga
6. kaitan kaca
7. Jaring helm
8. Rim



Gambar 1. Jenis konstruksi helm terbuka (open face) standar SNI

Berbagai pengujian Helm telah dilakukan beberapa peneliti, Di antaranya : pengujian terhadap kualitas dan kekuatan helm dengan beberapa aspek yang berbeda, antara lain: uji standard keparahan rusak helm yang memungkinkan merusak lapisan kulit kepala lewat penetrasi [1], dengan melakukan pengujian tentang kekuatan dan ketahanan helm industri terhadap beban transversal. Dalam penelitian secara umum, Penelitian helm industri juga diuji dengan melakukan simulasi pada komputer dengan menggunakan pendekatan elemen hingga [2]. Namun ada juga penelitian yang meneliti tentang perilaku yang terjadi pada helm akibat benda jatuh dan ketinggian 40 meter [3]. Sedangkan untuk pengujian tentang kekuatan dan ketahanan helm industri terhadap beban dilakukan pengujian terhadap kekuatan dan ketahanan helm dengan dampak terpusat dan penetrasi [4]. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan, hasilnya memberikan gambaran bagaimana kondisi helm setelah terkena beban dan dapat mengilustrasikan kondisi jika helm dipakai saat terjadi kecelakaan lalu lintas.

#### 1.1 Uji penetrasi

Uji penetrasi adalah salah satu pengujian yang harus dilakukan, karena menjadi salah satu disyaratkan agar produk dinyatakan lulus dan bersertandar. Dengan tujuan agar dapat melindungi keselamatan pengendara roda dua terutama pada bagian kepala saat terjadi kecelakaan di jalan raya. Pengujian bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dari material yang digunakan pengujian ini menggunakan alat pemberat berbentuk kerucut berbahan logam yang dikeraskan kemudian dijatuhkan dari ketinggian maksimal 1,6 m, dan helm tidak terjadi kerusakan. Pemukul tidak boleh terjadi kontak (tembus) dengan blok uji pada setiap titik paling atas helm hingga kebatas perputaran helm pada blok uji.

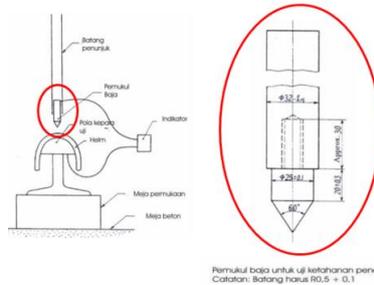
#### 1.2 Prinsip

Paku pemukul diajtuhan ke arah bagian atas dari helm. Jika paku pemukul menembus kepala bagian dalam, maka helm dinyatakan tidak sesuai.

#### 1.3 Peralatan

Balok uji setengah lingkaran yang terbuat dan kayu keras dengan logam lunak dimasukkan pada puncak sumbu pusat yang dipasang pada suatu landasan keras. Tali pengikat disediakan untuk mengamankan helm. Pada posisi paku pemukul dipasang, posisi di bawahnya sedemikian rupa sehingga paku pemukul dapat dijatuhkan dengan sedikit gesekan pada jatuhnya tertentu ke atas pusat logam lunak seperti terlihat pada gambar 2.5 di bawah ini. Paku pemukul yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Berat  $3,0 \text{ kg } \begin{smallmatrix} +45 \\ -0 \end{smallmatrix}$  gram.
- Sudut titik radius kepala pemukul  $60^\circ \pm 0,5^\circ$ ;
- Jari-jari bagian titik kepala pemukul  $0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ ;
- Tinggi minimum kerucut 40 mm;
- Kekerasan 50 - 45 rockwell – C



Gambar 2. Komponen Uji Penetrasi

**2. METODE PENELITIAN**

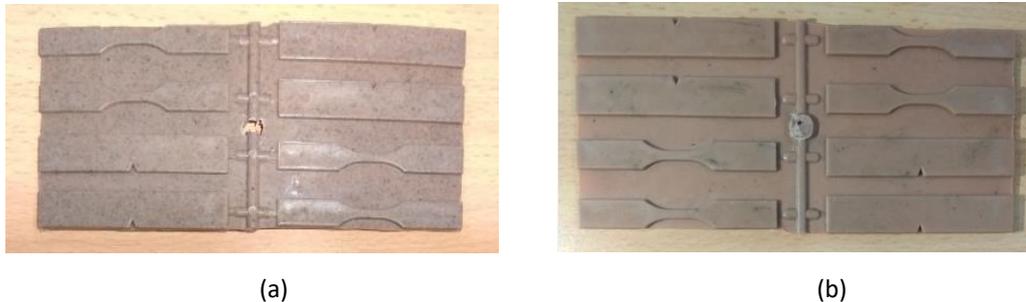
Tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir penelitian. Dimana pada penelitian ini akan dilakukan langkah-langkah berdasarkan seperti yang dijelaskan pada gambar 2 dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir pengujian penetrasi spesimen

### Pembuatan Spesimen Uji Penetrasi Dengan Cara Injeksi

Untuk mengevaluasi kekuatan terhadap penetrasi, dibuat spesimen dari material biokoposit dan PP. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan material biokomposit dengan material PP. Pembuatan spesimen tebal 3,5 mm; 4 mm dan 5 mm dilakukan dengan cara sistem injeksi.



Gambar 4. Spesimen Pengujian Penetrasi (a) Material biokomposit tebal 3,5 mm (b) Material PP tebal 3,5 mm

### 2.2 Pengujian Spesimen Penetrasi Material Biokomposit dan PP

Pada eksperimen ini dilakukan pengujian dengan dua jenis material yang berbeda, yaitu material Biokomposit sebagai bahan dalam penelitian, dan material Polypropylene (PP) sebagai material pembanding standar yang banyak digunakan dalam pembuatan helm di pasaran.

### 2.3 Prosedur Pengujian

Langkah –Langkah Pengujian yang dilakukan pada penelitian :

1. Memasang indentor (paku pemukul) pada bushing dan menguncinya, serta mengatur ketinggian indentor.
2. Memasang spesimen pada clam, dan mengunci dengan cara memutar poros pengencang, sehingga spesimen benar-benar terikat dan tidak bergerak saat pengujian.
3. Tarik pengunci indentor, indentor akan jatuh bebas ke bawah dan mengenai spesimen, sehingga melukai atau menembus spesimen.
4. Naikan kembali indentor pada posisinya ke atas, kemudian buka pengunci spesimen.
5. Periksa dan ukur hasil pengujian penetrasi tersebut, lalu input data pada tabel pengujian.
6. Untuk mengulangi pengujian, lakukan cara yang sama seperti diatas.

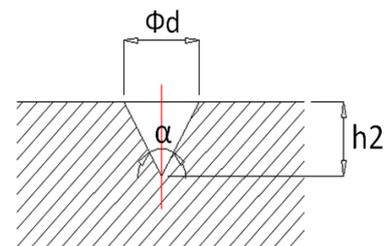
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen pada pengujian ini berasal dari dua material yang berbeda, yaitu material biokomposit dan material PP sebagai bahan untuk pembanding. Sebagai acuanya dari penelitian terdahulu yaitu dengan hasil uji tarik sebesar 30,77 Mpa. Pada eksperimen ini dilakukan 3 kali pengujian dengan ketebalan yang berbeda, dan masing-masing pengujian dan pengukuran tersebut dilakukan percobaan sebanyak 3 kali. Setelah dilakukan pengujian pada spesimen, maka dilakukan dengan pengukuran diameter penetrasi dan mencari kedalaman penetrasi. Cara yang dilakukan dengan cara mengukur diameter hasil uji penetrasi dan mengukur serta menghitung kedalaman hasil uji penetrasi dengan rumus :

$$h_2 = \frac{d/2}{\tan(\alpha/2)}$$

Dimana :

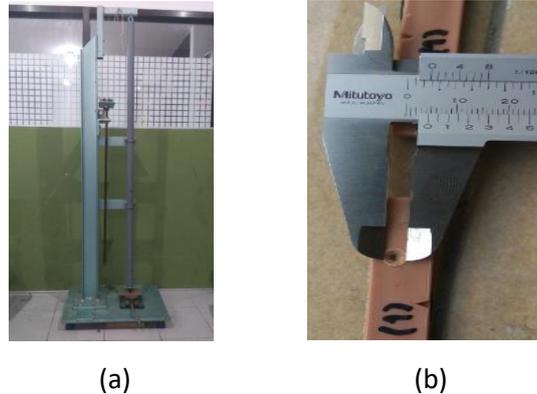
- Vol penetrasi = Volume luka saat penetrasi  
 $h_2$  = Kedalaman luka penetrasi atau tingi kerucut  
 $\phi d$  = Diameter luka hasil penetrasi



Gambar 5. Hasil Penetrasi

**Pemeriksaan Hasil Pengujian Spesimen**

Adapun alat uji penetrasi dan hasil pengujian spesimen yang sudah dilakukan seperti terlihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Pengukuran diameter uji penetrasi

Pada proses uji penetrasi, apabila indenter yang dijatuhkan dengan bebas menembus spesimen dengan hasil diasumsikan seperti gambar 7 a), maka dianggap gagal (tidak lulus uji). Namun apabila indenter tersebut tidak menembus spesimen, maka dinyatakan lulus uji seperti yang di tunjukan pada gambar 7 b) dibawah ini.



Gambar 7. a) Spesimen gagal pengujian, b) Spesimen lulus pengujian

**Hasil uji penetrasi Material Biokomposit**

Untuk menentukan gagal atau tidak hasil pemeriksaan spesimen dari uji penetrasi yang telah dilakukan dapat dilihat seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Uji Penetrasi pada Spesimen Material Biokomposit tebal 3,5 mm

Kegiatan	Tebal	Ø Penetrasi (mm)	Kedalaman Penetrasi (mm)	Jarak Sisa (mm)	Ket
Percobaan ke1	3,5	4,5	3,897	-0,397	Gagal
Percobaan ke 2	3,5	4,6	3,984	-0,484	Gagal
Percobaan ke 3	3,5	4,5	3,897	-0,397	Gagal
<b>RATA - RATA</b>			3,926	-0,426	Gagal

Tabel 2. Uji Penetrasi pada Spesimen Material Biokomposit tebal 4 mm

Kegiatan	Tebal	Ø Penetrasi (mm)	Kedalaman Penetrasi (mm)	Jarak Sisa (mm)	Ket
Percobaan ke1	4	4,55	3,940	0,060	Lulus
Percobaan ke 2	4	4,5	3,897	0,103	Lulus

<b>Percobaan ke 3</b>	4	4,5	3,897	0,103	Lulus
<b>RATA - RATA</b>			3,912	0,088	Lulus

Tabel 3. Uji Penetrasi pada Spesimen Material Biokomposit tebal 5 mm

<b>Kegiatan</b>	<b>Tebal</b>	<b>Ø Penetrasi</b> (mm)	<b>Kedalaman Penetrasi</b> (mm)	<b>Jarak Sisa</b> (mm)	<b>Ket</b>
<b>Percobaan ke1</b>	5	4,5	3,897	1,103	Lulus
<b>Percobaan ke 2</b>	5	4,4	3,811	1,189	Lulus
<b>Percobaan ke 3</b>	5	4,5	3,897	1,103	Lulus
<b>RATA - RATA</b>			3,868	1,132	Lulus

**Hasil uji penetrasi Material PP**

Hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan material PP yang telah dilakukan ditunjukkan seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Uji Penetrasi pada Spesimen Material PP tebal 3,5 mm

<b>Kegiatan</b>	<b>Tebal</b>	<b>Ø Penetrasi</b> (mm)	<b>Kedalaman Penetrasi</b> (mm)	<b>Jarak Sisa</b> (mm)	<b>Ket</b>
<b>Percobaan ke1</b>	3,5	4,5	3,897	-0,397	Gagal
<b>Percobaan ke 2</b>	3,5	4,55	3,940	-0,440	Gagal
<b>Percobaan ke 3</b>	3,5	4,5	3,897	-0,397	Gagal
<b>RATA - RATA</b>			3,912	-0,412	Gagal

Tabel 5. Uji Penetrasi pada Spesimen Material PP tebal 4 mm

<b>Kegiatan</b>	<b>Tebal</b>	<b>Ø Penetrasi</b> (mm)	<b>Kedalaman Penetrasi</b> (mm)	<b>Jarak Sisa</b> (mm)	<b>Ket</b>
<b>Percobaan ke1</b>	4	4,5	3,897	0,103	Lulus
<b>Percobaan ke 2</b>	4	4,5	3,897	0,103	Lulus
<b>Percobaan ke 3</b>	4	4,5	3,897	0,103	Lulus
<b>RATA - RATA</b>			3,897	0,103	Lulus

Tabel 6. Uji Penetrasi pada Spesimen Material PP tebal 5 mm

<b>Kegiatan</b>	<b>Tebal</b>	<b>Ø Penetrasi</b> (mm)	<b>Kedalaman Penetrasi</b> (mm)	<b>Jarak Sisa</b> (mm)	<b>Ket</b>
<b>Percobaan ke1</b>	5	4,4	3,811	1,189	Lulus
<b>Percobaan ke 2</b>	5	4,4	3,811	1,189	Lulus
<b>Percobaan ke 3</b>	5	4,5	3,897	1,103	Lulus
<b>RATA - RATA</b>			3,839	1,161	Lulus

Sebagai data pembandingan hasil pengujian penetrasi dan pengukuran antara material biokomposit dan material pp dengan ketebalan spesimen yaitu 3,5 mm; 4 mm dan 5 mm ditampilkan pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Perbandingan Data Uji Penetrasi

ke	(mm)	∅ Penetrasi (mm)	Kedalaman penetrasi (mm)	∅ Penetrasi (mm)	Kedalaman penetrasi (mm)
1	3,5	4,5	3,897	4,5	3,897
2	4	4,6	3,984	4,55	3,940
3	5	4,5	3,897	4,5	3,897
1	3,5	4,55	3,940	4,55	3,940
2	4	4,5	3,897	4,5	3,897
3	5	4,5	3,897	4,5	3,897
1	3,5	4,4	3,897	4,4	0,314
2	4	4,4	3,811	4,4	0,314
3	5	4,5	3,897	4,5	0,321

Dari hasil uji tabel diatas, spesimen tebal 3,5 mm menggunakan material biokomposit dan material PP, semua percobaan tidak lulus uji (gagal). Dikarenakan hasil dari uji penetrasi indentor (paku pemukul) menembus spesimen pengujian. Berbeda dengan pengujian dengan tebal 4 mm dan 5 mm dinyatakan lulus uji, karena hasil dari pengukuran uji penetrasi ini indentor tidak menembus dari material spesimen tersebut. Hal ini buktikan dengan adanya sisa tebal saat pengujian penetrasi. Spesimen material biokomposit tebal 4 mm dan 5 mm masing-masing sebesar 0,09 mm dan 1,14 mm. Sedangkan material PP dengan tebal 4 mm dan 5 mm masing-masing sebesar 0,15 mm dan 1,17 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa material biokomposit dapat dipakai sebagai material alternatif pengganti PP untuk sungkup Helm dengan ketebalan 4 mm.

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil uji penetrasi yang telah dilakukan bahwa pengujian uji penetrasi pada spesimen yang terdiri dari dua material yang berbeda dengan spesifikasi yang sama hasilnya tidak jauh berbeda, dimana spesimen dari bahan biokomposit dan PP dengan tebal material 4 mm dan 5mm dinyatakan lulus uji penetrasi dikarenakan tidak tertembus indentor saat pengujian. Mempertimbangkan dari sisi harga, dan kekuatan yang hampir sama (mendekati) dengan material PP, maka material biokomposit ini layak direkomendasikan untuk menjadi material alternatif terbarukan pembuatan sungkup helm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Standar Nasional Indonesia, Helm Pengendara Kendaraan Bermotor Roda Dua (SNI 1811-2007).
- [2] Srikanth Pilla, Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications, USA: Scrivener Publishing, 2011.
- [3]. Nayan, A., Bustami syam, "Penyelidikan Mekanik Helmet Industri Akibat Beban Kecepatan Tinggi" Prosiding Seminar Material Dan Struktur (MASTRUCT), Medan, 2004.
- [4]. McKeown, James, DOT Complince Testing, Friction Zone, 15-21, 2002.
- [5]. Chia- Yuan Chang, "Development Of a coupled Impact Model to Study of Motorcycle Helmet Protecting Effect", National Chung cheng University, Chiayi, Taiwan, Republic of China, 2000.
- [6]. Mutawafiqin R., "Studi Eksperimental Variasi Komposisi Pelet Biokomposit (Polypropylene, Sekam Padi dan Maleic Anhydride PP) Terhadap Sifat Thermal & Struktur Permukaan Sebagai Material Alternatif Produk Helm Standar", Surabaya, 2016.