



**TUGAS AKHIR - TL141584**

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER* LIMBAH  
BAN KARET BEKAS TERHADAP SIFAT FISIK DAN  
MEKANIK KOMPOSIT BERBASIS SAMPAH  
LDPE/MELAMIN/PASIR UNTUK APLIKASI MATERIAL  
LANTAI BANGUNAN**

**ADITIYO TRI SAPUTRA  
NRP 02511440000130**

Dosen Pembimbing  
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D.  
Amaliya Rasyida, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**FINAL PROJECT - TL141584**

**STUDY THE EFFECT OF WASTE CRUMB RUBBER  
FILLER ADDITION TO PHYSICAL AND MECHANICAL  
PROPERTIES OF COMPOSITE BASED ON WASTE LDPE  
/MELAMINE/ SAND FOR APPLICATION OF FLOOR  
BUILDING MATERIALS**

**ADITIYO TRI SAPUTRA  
NRP 02511440000130**

Advisors

Sigit Tri Wicaksono, S.Si, M.Si., Ph.D.  
Amaliya Rasyida, S.T., M.Sc.

**MATERIALS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2018**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER*  
LIMBAH BAN KARET TERHADAP SIFAT FISIK  
DAN MEKANIK KOMPOSIT BERBASIS LIMBAH  
LDPE/MELAMIN/PASIR UNTUK APLIKASI  
MATERIAL LANTAI BANGUNAN**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik pada  
Programa Studi S-1 Departemen Teknik Material  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ADITIYO TRI SAPUTRA  
NRP. 0251144000130**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

Sigit Tri Wicaksono, S.Si, M.Si, Ph.D. .... (Pembimbing I)

Amaliya Rasyida, S.T., M.Sc. .... (Pembimbing II)



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER*  
LIMBAH BAN KARET BEKAS TERHADAP SIFAT  
FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT BERBASIS  
LIMBAH LDPE/MELAMIN/PASIR UNTUK  
APLIKASI MATERIAL LANTAI BANGUNAN**

**Nama Mahasiswa** : Adityo Tri Saputra  
**NRP** : 02511440000130  
**Departemen** : Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D  
Amaliya Rasyida, S.T.,M.Sc.

**ABSTRAK**

*Meningkatnya jumlah ban bekas menjadi permasalahan tersendiri. Permasalahan utama dari ban bekas adalah polusi udara yang ditimbulkan apabila dibakar, dan lamanya waktu penguraian ban bekas di alam. Mengingat jumlahnya yang besar dan memiliki potensi untuk didaur ulang menjadi alasan utama dilakukannya penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kembali karet dari ban bekas menjadi material pengisi lantai bangunan yang ramah lingkungan. Bahan-bahan yang digunakan antara lain sampah plastik LDPE, melamin, pasir, dan serbuk karet ban bekas. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel komposisi LDPE/melamin/pasir/serbuk karet/ 45/25/30/0, 45/25/25/5, 45/25/20/10, 45/25/15/15, 45/25/10/20, 45/25/5/25, 45/25/0/30. Pengujian yang dilakukan meliputi SEM, FTIR, kompresi, bending, kekerasan, absorbability, dan densitas. Penambahan filler serbuk karet cenderung mengurangi sifat mekanik material komposit. Didapatkan kekuatan bending maksimal sebesar 20,18 MPa pada komposit dengan komposisi filler serbuk karet sebesar 5%.*

***Kata kunci : Komposit, LDPE, Material Lantai Bangunan, Melamin, Serbuk karet ban bekas.***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



# **STUDY THE EFFECT OF WASTE CRUMB RUBBER FILLER TO PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE BASED ON WASTE LDPE /MELAMINE/ SAND FOR APPLICATION OF FLOOR BUILDING MATERIALS**

**Student's Name : Aditiyo Tri Saputra**  
**Student's Number : 02511440000130**  
**Department : Materials Engineering**  
**Advisor : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D**  
**Amaliya Rasyida, S.T.,M.Sc.**

## **ABSTRACT**

*The increasing number of scrap tires becomes a problematic issue. The main problems of scrap tires are the air pollution produced when its burned, and a very long decomposition time of scrap tires in nature. Considering the abundant stockpile and its potential for recycling enough to urge this research. This study aims to reuse rubber from scrap tires become floor building aggregate as an environmentally friendly filler material. The materials used include waste LDPE, melamin, sand and waste crumb rubber. The variables used in this study are the composition variables LDPE/melamine/sand/crumb rubber/ 45/25/30/0, 45/25/25/5, 45/25/20/10, 45/25/15/15, 45/25/10/20, 45/25/5/25, 45/25/0/30. Tests carried out in this study include SEM, FTIR, compression testing, flexural testing, hardness testing, water absorption test, and density test. The effect of addition scrap tires rubber as filler show that the mechanical properties of composite become weaken. The highest flexural strength of the composite is 20,18 MPa on composite with composition of crumb rubber 5%.*

***Keywords : Composite, Crumb rubber, Composite, Floor building materials, LDPE, Melamine.***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Studi Pengaruh Penambahan *Filler* Limbah Ban Karet Bekas Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Berbasis Sampah LDPE/Melamin/Pasir untuk Aplikasi Material Lantai Bangunan”**. Adapun laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan studi di Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karuniaNya dari awal memulai perkuliahan di ITS hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas semua doa, dukungan moril dan materiil, pengertian dan cinta yang telah diberikan selama ini
3. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bekal yang sangat bermanfaat, waktu, tenaga, dan pikiran.
4. Ibu Amaliya Rasyida, S.T.,M.Sc. selaku dosen *co*-pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan semangat.
5. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS.
6. Dosen Tim Penguji Seminar dan Sidang Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS.
8. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir Lab Material Inovatif yang telah membantu dan mengingatkan penulis dalam pengerjaan tugas akhir
9. Teman-teman MT 16 yang selalu menemani dan memberikan banyak kenangan serta dukungan.

10. Dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap laporan tugas akhir ini mampu membantu pengembangan komposit berbahan limbah seperti sampah plastik maupun karet ban bekas sebagai salah satu upaya penyelamatan alam. Penyusun menyadari adanya keterbatasan di dalam penyusunan laporan ini. Besar harapan penyusun akan saran, dan kritik yang sifatnya membangun. Penulis berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Surabaya, 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Komposit.....	5
2.1.1 Klasifikasi Komposit.....	7
2.2 <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE).....	11
2.3 Resin Melamina .....	14
2.4 Serbuk Limbah Ban Bekas .....	16
2.5 Lantai .....	19
2.6 Penelitian Sebelumnya .....	21

### BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	25
3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian .....	26
3.2.1 Bahan Penelitian.....	26
3.2.2 Peralatan Penelitian .....	27
3.3 Variabel Penelitian .....	34
3.4 Metode Penelitian .....	34
3.4.1 Persiapan Bahan .....	34

3.4.2 Proses Pengujian.....	36
3.5 Rancangan Penelitian.....	43

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Analisis FTIR.....	45
4.2 Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	50
4.3 Uji Kompresi .....	53
4.4 Uji Kekerasan.. .....	55
4.5 Uji Bending.....	58
4.6 Densitas.....	60
4.7 Daya Serap Air .....	61
4.8 Uji <i>Flammability</i> .....	64

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	68

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xix</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>xxxv</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Struktur Komposit .....	7
<b>Gambar 2.2</b>	Parameter Serat pada Komposit .....	9
<b>Gambar 2.3</b>	a.Laminate b. <i>Sandwich Panels</i> .....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Struktur Plastik Polietilena.....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Serbuk Ban Bekas .....	16
<b>Gambar 2.6</b>	Proses <i>Ambient Grinding</i> .....	17
<b>Gambar 2.7</b>	Proses Cryogenic Grinding .....	18
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	26
<b>Gambar 3.2</b>	LDPE.....	27
<b>Gambar 3.3</b>	Limbah Melamin.....	27
<b>Gambar 3.4</b>	Pasir.....	28
<b>Gambar 3.5</b>	Kompore <i>Portable</i> .....	28
<b>Gambar 3.6</b>	Panci.....	29
<b>Gambar 3.7</b>	Cetakan.....	29
<b>Gambar 3.8</b>	Timbangan Digital .....	30
<b>Gambar 3.9</b>	Mesin Pencacah Plastik.....	30
<b>Gambar 3.10</b>	Mesin Uji SEM .....	31
<b>Gambar 3.11</b>	Mesin Uji FTIR .....	31
<b>Gambar 3.12</b>	Mesin Uji Bending .....	32
<b>Gambar 3.13</b>	Durometer <i>Hardness</i> .....	32
<b>Gambar 3.14</b>	Mesin Uji Kompresi.....	33
<b>Gambar 3.15</b>	Oven.....	33
<b>Gambar 3.16</b>	Prinsip Kerja SEM .....	37
<b>Gambar 3.17</b>	Skema Kerja FTIR .....	38
<b>Gambar 4.1</b>	Hasil Uji FTIR LimbahLDPE dan Serbuk .....	46
<b>Gambar 4.2</b>	Hasil Uji FTIR Komposit LDPE / Melamin /Pasir / Serbuk Karet .....	48
<b>Gambar 4.3</b>	Hasil uji SEM komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serbuk Karet (a) Variasi komposisi 45/25/30/0 (b) variasi komposisi 45/25/10/20 (c) variasi komposisi 45/25/0/30 dengan perbesaran 1000x .....	52

<b>Gambar 4.4</b>	Hasil mapping EDAX komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serbuk Karet (a) Variasi komposisi 45/25/30/0 (b) variasi komposisi 45/25/10/20 (c) variasi komposisi 45/25/0/30 dengan perbesaran 100x.....	53
<b>Gambar 4.5</b>	Pengaruh pengisi serbuk karet terhadap kekuatan kompresi komposit L/MP/K.....	55
<b>Gambar 4.6</b>	Pengaruh Pengisi Serbuk Karet terhadap kekerasan komposit L/MP/K .....	57
<b>Gambar 4.7</b>	Pengaruh Serbuk Karet terhadap Kekuatan bending Komposit L/MP/K .....	59
<b>Gambar 4.8</b>	Pengaruh Serbuk Karet terhadap Densitas Komposit L/MP/K .....	60
<b>Gambar 4.9</b>	Pengaruh Serbuk Karet terhadap <i>water absorbability</i> Komposit L/MP/K .....	63



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Sifat Mekanik dari LDPE .....	12
<b>Tabel 2.2</b>	Sifat mekanik dan sifat fisis dari material Melamina .....	15
<b>Tabel 2.3</b>	Toleransi Ukuran Ubin Mosaik .....	20
<b>Tabel 2.4</b>	Toleransi Penyerapan Air Ubin Mosaik.....	20
<b>Tabel 3.1</b>	Variabel Penelitian Komposit.....	34
<b>Tabel 3.2</b>	Rancangan Penelitian.....	43
<b>Tabel 4.1</b>	Peak FTIR, Gugus Fungsi, dan Jenis Ikatan pada limbah LDPE .....	47
<b>Tabel 4.2</b>	Peak FTIR, Gugus Fungsi, dan Jenis Ikatan pada Limbah Serbuk Karet Ban Bekas.....	47
<b>Tabel 4.3</b>	Peak FTIR, Gugus Fungsi dan Jenis Ikatan pada Material Komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serbuk Karet Ban Bekas.....	49
<b>Tabel 4.4</b>	Nilai % <i>Void</i> Spesimen Komposit .....	51
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil Uji Kompresi komposit L/MP/K pada variasi komposisi <i>filler</i> serbuk karet.....	54
<b>Tabel 4.6</b>	Nilai kekerasan komposit L/MP/K pada variasi komposisi <i>filler</i> serbuk karet .....	56
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil uji bending komposit L/MP/K pada variasi komposisi <i>filler</i> serbuk karet .....	58
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil daya serap air komposit L/MP/K pada variasi komposisi <i>filler</i> serbuk karet .....	62
<b>Tabel 4.9</b>	Hasil Uji <i>Flammability</i> komposit L/M/P/K pada variasi komposisi <i>filler</i> serbuk karet.....	64

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sampah telah menjadi permasalahan lingkungan hidup yang dihadapi oleh masyarakat dunia. Jenis sampah seperti sampah plastik dan limbah ban karet dapat menjadi permasalahan serius. Indonesia telah masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Tiongkok menghasilkan sampah plastik di perarian mencapai 187.2 ton (Jambeck, dkk). Hal itu berkaitan dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa sampah plastik hasil 100 toko dalam kurun waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10.95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah itu setara dengan luasan 65,7 hektar kantong plastic (Purwaningrum, 2016). Sementara itu setiap tahun tercipta kira-kira 1 miliar limbah ban di seluruh dunia dan angka ini diperkirakan akan terus meningkat di masa depan mengingat mobil dan truk dan moda transportasi darat terus berkembang di seluruh dunia (M.Li dkk, 2014).

Melihat angka tersebut permasalahan akan limbah plastik dan ban karet perlu ditangani secara serius jika tidak, lama kelamaan akan membahayakan kelangsungan hidup manusia di bumi. Plastik menjadi material yang tak lepas dari kehidupan masyarakat sekarang karena sangat mudah didapatkan dan fungsinya pun beragam, salah satunya plastik yang berbahan dasar melamin. Melamin biasanya digunakan sebagai bahan perekat, *whiteboard*, *dishware*, dan alat-alat dapur. Melamine sendiri umumnya memiliki sifat *non- biodegradable*, dan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun agar melamin dapat terurai secara sempurna. Dari data dan fakta tersebut, perlu adanya penanganan limbah plastik dan ban karet yang terpadu dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada agar penanganan limbah tersebut menjadi efisien, sehingga dapat dijadikan suatu produk yang memiliki nilai guna bahkan nilai jual yang tinggi.



Bahan plastik juga berpotensi untuk diproduksi sebagai bahan untuk material bangunan dan konstruksi seperti beton, *paving block*, ubin, genteng, dan dinding. Bahan bangunan dan konstruksi tersebut dapat dibuat dari material komposit dengan menggunakan bahan plastik sebagai *binder*. (Fowler, 1999). Tidak hanya plastik limbah ban bekas yang sudah diolah menjadi *crumb rubber* dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk material bangunan dan konstruksi sebagai pengganti pasir. (Fabiana, 2014)

Diharapkan dengan adanya riset mengenai pengolahan limbah plastik menjadi material konstruksi dan bangunan dapat mengurangi jumlah limbah plastik yang ada dalam skala yang besar. Dan diharapkan juga dengan adanya riset tentang pengolahan limbah plastik menjadi material konstruksi ini dapat dijadikan inspirasi dan referensi yang baik untuk orang-orang atau perusahaan yang dapat menciptakan industri pengolahan limbah plastik yang memiliki banyak manfaat. Dalam penelitian ini dilakukan variasi jumlah plastik LDPE, resin melamine, pasir dan serbuk karet untuk mendapatkan variasi komposisi yang paling optimal yang memiliki sifat fisis dan mekanik terbaik yang kemudian digunakan untuk pembuatan komposit material untuk aplikasi *tile*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang terdapat dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* limbah serbuk karet ban terhadap sifat mekanik dan sifat fisis komposit LDPE/ melamine/pasir untuk aplikasi *tile*?
2. Material komposit dengan komposisi manakah yang memenuhi kriteria dan dapat diaplikasikan sebagai *tile*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan untuk mengasumsikan parameter konstanta yang pengaruhnya sangat kecil pada



penelitian sehingga dapat diabaikan. Adapun Batasan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Kadar uap air dan gas pada atmosfer dianggap tidak berpengaruh.
2. Pengotor pada saat pencampuran polimer dan agregat dapat diabaikan.
3. Temperatur saat LDPE *melting* konstan.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis pengaruh penambahan serbuk karet terhadap sifat mekanik dan sifat fisis komposit LDPE/melamine/pasir. untuk aplikasi *tile*.
2. Menentukan material komposit dengan komposisi yang memenuhi kriteria dan dapat diaplikasikan sebagai *tile*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Menciptakan komposit yang dapat memenuhi kebutuhan material bangunan dengan penggunaan limbah plastik dan karet ban sebagai peningkat dari *properties* untuk material konstruksi tersebut.
2. Memanfaatkan limbah plastik dan karet ban sebagai bahan dari pembuatan komposit yang dapat memberikan dampak lingkungan yang positif dengan adanya pengurangan sampah plastik dan karet ban dalam jumlah yang besar.
3. Dapat dijadikan alternatif untuk pengolahan limbah plastik dan karet ban yang efisien dan ramah lingkungan.
4. Dapat dijadikan referensi dan inspirasi yang baik untuk memajukan industri pengolahan limbah plastik



---

yang dapat memberikan dampak ekonomi yang positif.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Material Komposit**

Komposit didefinisikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik dengan struktur homogen secara makroskopik dan heterogen secara mikroskopik. Material campuran tersebut akan menghasilkan material yang baru yang memiliki sifat unggul dari material baru yang memiliki sifat unggul dari material pembentuknya. Dengan penggabungan dua atau lebih material yang berbeda, maka dapat diperbaiki dan dikembangkan sifat-sifat mekanik dan fisik dari material-material tersebut. diantaranya; konduktivitas termal, ketahanan fatik, kekuatan, tampilan, kekakuan, ketahanan korosi, ketahanan gesek, insulasi listrik, berat, insulasi panas (Sulistijono, 2012).

Keuntungan utama darima material komposit yaitu kekuatan dan kekakuan yang tinggi, digabungkan dengan densitas yang rendah jika dibandingkan dengan densitas yang rendah jika dibandingkan dengan *bulk* material, sehingga memungkinkan untuk mendapatkan material yang lebih ringan (Campbell, 2010).

Material komposit terdiri dari dua penyusun utama yaitu matriks dan *filler*:

1. Matriks

Matriks adalah fasa yang memberikan bentuk pada struktur komposit dengan cara mengikat penguat atau serat secara bersamaan. Karakteristik yang dimiliki matriks umumnya adalah ulet, serta memiliki kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah disbanding penguatnya (Sulistijono, 2013). Matriks ini juga mempunyai fungsi yaitu (Harris, 1999):

- a) Matriks mengikat fiber, menjaga agar tetap sejajar dengan arah tegangan. Beban yang diberikan terhadap komposit akan didistribusikan ke fiber,



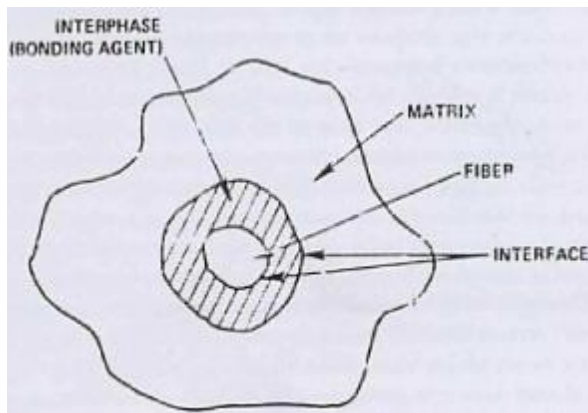
memungkinkan komposit untuk menerima kompresi, *flexural*, maupun tegangan geser. Kemampuan komposit untuk menerima berbagai beban tergantung pada matriks sebagai media pentransfer beban, dan juga efisiensi dari transfer beban juga berkaitan dengan kualitas dari ikatan anatar matriks dan fiber.

- b) Matriks melindungi *reinforcing filaments* dari kerusakan mekanik, misalnya abrasi dan juga dari kondisi lingkungan (Nayiroh, 2013).
- c) Matriks menyumbang beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik (Nayiroh, 2013)

## 2. *Reinforced*

*Reinforced* adalah penguat yang ditempatkan di dalam matriks pada komposit dan harus memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi dari matriksnya. Penguat tidak selalu berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik komposit dan memberikan efek penguatan, tetapi juga digunakan untuk mengubah sifat-sifat fisik seperti sifat tahan aus. Koefisien friksi atau konduktivitas termal. Serat-serat penguat dapat dibuat dari logam, keramik, dan polimer. Serat yang ditanam didalam matriks akan meningkatkan modulus matriks. Ikatan yang kuat sepanjang serat memberikan modulus yang sangat tinggi (Sulistijono, 2013).





**Gambar 2.1** Struktur Komposit (Nayiroh, 2013)

**Gambar 2.1** menunjukkan dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya; Matriks sebagai penyusun dengan fraksi volume terbesar, *reinforced* sebagai penahan bebena utama, *interphase* sebagai pelekat antar dua penyusun, dan *interface* sebagai permukaan *phase* yang berbatasan dengan *phase* lain.

### 2.1.1 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan seperti

a) *Ceramic Matrix Composite* (CMC)

Komposit jenis ini menggunakan keramik sebagai matriksnya. Secara inheren tahan terhadap oksidasi dan juga kerusakan pada temperature tinggi. Jenis komposit ini sangat cocok untuk digunakan pada temperature tinggi dan juga untuk aplikasi yang mengalami *severe-stress*, seperti komponen mobil dan juga turbin gas.



b) *Polymer Matrix Composite* (PMC)

Komposit jenis menggunakan polimer sebagai matriksnya, dengan fiber sebagai penguatnya.

c) *Metal Matrix Composite* (MMC)

Komposit jenis ini menggunakan logam yang ulet sebagai matriksnya. Material ini dimanfaatkan logam pada temperature yang lebih tinggi. Beberapa keuntungannya dibanding PMC yaitu temperatur operasinya yang lebih tinggi, *nonflammable*, dan juga lebih tahan akan degradasi oleh fluida organik.

Selain itu, komposit juga dapat dibedakan berdasarkan jenis penguatnya seperti berikut :

a. Komposit Partikulat

Menggunakan penguat berbentuk partikel. Peran partikel dalam komposit adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastis matriks yang ada di sela-sela partikel. Beberapa jenis partikel dapat dibagi menjadi seperti di bawah ini:

1. Partikulat

Aspek rasio Panjang terhadap diameter kurang dari 5 mikrometer.

2. Dispersoidal

Sama seperti partikulat, bahkan diameter kurang dari 1 mikrometer.

3. Platelet

Berbentuk plat dengan rasio diameter kurang dari 1 mikrometer.

4. Serat pendek

Berbentuk silinder dengan rasio Panjang terhadap diameter lebih besar dari 5 mikrometer.

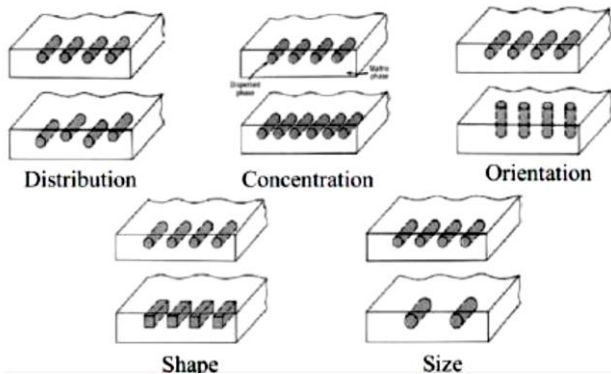


### 5. Whiskers

Berupa kristal tunggal yang memanjang dengan rasio Panjang terhadap diameter lebih besar dari 10 mikrometer. (Sulistijono, 2013)

#### b. Komposit Serat

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matriks akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit. Adapun parameter serat pada komposit, dibedakan pada Gambar 2.2:



**Gambar 2.2** Parameter Serat pada Komposit (Callister, 2001)

Pada **Gambar 2.2** menunjukkan parameter serat pada komposit; *Distribution* menjelaskan persebaran serat dalam komposit, *Concentration* menunjukkan fraksi massa serat dalam komposit, *Orientation* menjelaskan arah



peletakan serat dalam komposit, *Shape* menjelaskan bentuk dari serat yang digunakan dalam komposit, *Size* menjelaskan ukuran dari serat yang digunakan dalam komposit

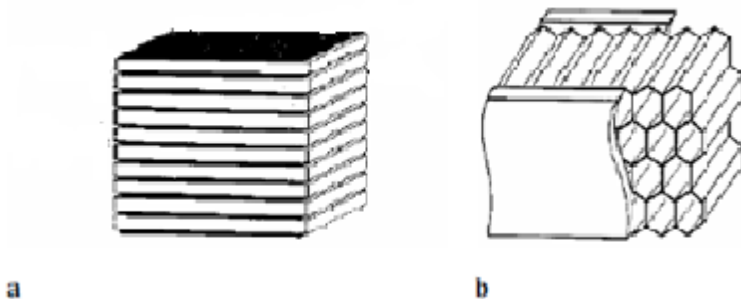
c. Komposit Struktural

Komposit jenis ini biasanya terdiri dari material homogen, dimana sifatnya tak hanya bergantung pada konstituen materialnya saja, namun juga bergantung pada desain geometrinya dari struktur elemen. Jenis dapat dibagi lagi menjadi:

1) *Laminar Composite*

Terdiri dari *two-dimensional sheet* yang memiliki arah *high-strength* seperti yang ditemukan pada kayu. Lapisan ditumpuk dan kemudian ditempel secara bersamaan sehingga orientasi arah *high-strength* yang bervariasi.

2) *Sandwich Panels*



**Gambar 2.3** a. Laminates b. *Sandwich Panels*  
(Callister, 2001)

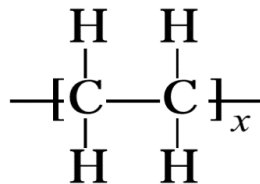


Pada **Gambar 2.3** *sandwich panels* terdiri dari dua lembar luar yang kuat yang dipisahkan oleh lapisan bahan yang kurang padat atau inti yang memiliki kekakuan yang lebih rendah dan kekuatan yang lebih rendah. Bagian wajah menanggung sebagian besar *in-plane loading* dan juga *bending stress* yang melintang (Callister, 2001)

## 2.2 Low Density Polyethylene (LDPE)

Etilena ialah monomer paling sederhana yang akan berpolimerisasi. Melalui polimerisasi adisi yang diinisiasi radikal-bebas pada tekanan tinggi (1000-3000 atm) dan suhu tinggi (300-500°C), senyawa ini membentuk polietilena (Nachtrieb, 2003).

Polietilena yang terbentuk dengan cara ini bukanlah rantai linier yang sempurna sebagaimana tersirat dari persamaannya yang sederhana. Radikal bebas sering mencabut hidrogen dari bagian tengah rantai dalam sintesis ini, sehingga polietilennya sangat bercabang dengan rantai samping hidrokarbon yang bervariasi panjangnya. Jenis polietilena ini dinamakan polietilena kerapatan rendah (low density polyethylene, LDPE) sebab kesulitan dalam mengemas rantai sampingnya yang tak beraturan ini menyebabkan kerapatannya lebih rendah ( $<0,94 \text{ g/cm}^3$ ) daripada polietilena linier sempurna. Ketidakteraturan ini juga membuatnya relatif lembut, sehingga kegunaan utamanya ialah dalam pembungkusan, plastik pengemas, kantung sampah, dan botol semprot, yang kelembutannya memang diinginkan, dan bukan suatu kelemahan (Nachtrieb, 2003).



**Gambar 2.4** Struktur Plastik Polietilena (Brazel, 2012)



Bentuk dasar dari *polyethylene* adalah atom Hidrogen dan Karbon. **Gambar 2.4** menunjukkan struktur rantai dari *polyethylene*. Atom-atom ini tergabung dari monomer *ethylene* yang berulang-ulang berupa  $C_2H_4$  yaitu dua atom Karbon dan empat atom Hidrogen. Pada proses polimerisasi, ikatan ganda menghubungkan atom Karbon terpecah. Pada kondisi yang baik, ikatan ini akan terbentuk ulang dengan molekul monomer *ethylene* untuk membentuk ikatan molekul yang panjang. Terdapat tiga sifat molekular yang mempengaruhi *properties* dari *polyethylene*: *crystallinity* (*density*), berat molekul rata-rata, dan distribusi berat molekul.

*Low Density Poly Ethilene* (LDPE) memiliki sifat mekanik yang berbeda dari HDPE, pada Tabel 2.1 merupakan sifat mekanik dari LDPE

**Tabel 2.1** Sifat Mekanik dari LDPE (Birley, 1988)

Property	Value	Range / Comments
Density, g/cc	0.91	0.910-0.925 g/cc
Hardness, Shore D	44	41-46 Shore D
Tensile Strength, Yield, MPa	10	4-16 MPa; ASTM D638
Tensile Strength, Ultimate, MPa	25	7-40 MPa
Modulus of Elasticity, GPa	0.2	0.07-0.3 GPa; In Tension; ASTM D638
Flexural Modulus, GPa	0.4	0-0.7 GPa; ASTM D790
Coefficient of Thermal Expansion, linear 20°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$	30	20-40 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ ; ASTM D696
Melting Point, °C	115	

Pengukuran nilai densitas pada plastik sangat penting, karena densitas dapat menunjukkan struktur plastik secara umum. Aplikasi dari hal tersebut yaitu dapat dilihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari beberapa zat seperti air,  $O_2$  dan  $CO_2$ .



Plastik dengan densitas yang rendah menandakan bahwa plastik tersebut memiliki struktur yang terbuka, artinya mudah atau dapat ditembusi fluida seperti air, oksigen atau CO<sub>2</sub> (Birley, et al. 1988). Jadi tidak seperti pada kertas, nilai densitas plastik sangat penting dalam menentukan sifat-sifat plastik yang berhubungan dengan pemakaiannya. Dalam perdagangan mungkin digunakan satuan gramatur, karena satuan ini cukup mewakili berat molekul dan luas plastik.

Secara kimia, polietilena sangat lembam. Polimer ini tidak larut dalam pelarut apapun pada suhu kamar, tetapi mengembang oleh hidrokarbon dan tetraklorometana (karbon tetraklorida). Polietilena tahan terhadap asam dan basa, tetapi dapat dirusak oleh asam nitrat pekat. Polietilena tidak tahan terhadap cahaya dan oksigen. Perombakan oleh sinar ultra-violet dapat dikurangi oleh penambahan sejumlah kecil jelaga. Bilamana dipanasi secara kuat, polietilena membentuk sambungan silang yang diikuti oleh pembelahan ikatan secara acak pada suhu lebih tinggi, tetapi depolimerisasi tidak terjadi (Coward, 1982).

Sifat fisika polietilena tekanan tinggi dan polietilena tekanan rendah sangat berbeda. Sebagaimana telah diterangkan, pencabangan dapat menurunkan kekristalan, massa jenis, titik lunak, dan titik leleh kristalin. Polietilena bermassa jenis rendah (LDPE) bersifat kenyal, tak mudah sobek, dan tahan terhadap kelembapan dan bahan kimia, sehingga banyak dipakai untuk film atau pembungkus, dus, isolator listrik, pelapis kawat dan kabel, dan sebagainya. Polietilena bermassa jenis tinggi (HDPE) yang daya regang dan kekakuannya besar, digunakan untuk membuat pipa, tabung, serta berbagai bejana dan benda lainnya (Coward, 1982).

Sifat-sifat PE secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut (Nurminah, 2002):

1. Hubungan dengan massa jenis

Polimerisasi PE yang berbeda akan menghasilkan struktur molekul yang berbeda pula. LDPE memiliki sifat

---

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**



molekul yang tidak mengkristal secara baik tetapi mempunyai banyak cabang. HDPE memiliki cabang yang sedikit dan merupakan rantai lurus, sehingga massa jenisnya besar, mampu mengkristal dengan baik dan memiliki kristanilitas yang tinggi. Kristanilitas yang baik akan mempunyai gaya antar molekul kuat, sehingga memiliki kekuatan mekanik dan titik lunak yang tinggi.

2. Hubungan dengan berat molekul

Material dengan sifat kristalinitas yang sama, karakteristik mekanik dan kemampuan proses akan berbeda. Kondisi ini akan dipengaruhi oleh berat molekul. Berat molekul kecil akan memiliki sifat mencair lebih baik, namun ketahanan akan zat pelarut dan kekuatannya menurun.

3. Sifat-sifat listrik

PE merupakan senyawa non polar dengan sifat listrik yang baik, sehingga dimanfaatkan sebagai bahan isolasi untuk radar, TV dan berbagai alat komunikasi.

4. Sifat-sifat kimia

PE stabil terhadap beberapa sifat kimia kecuali dengan kalida dan oksida kuat. PE larut dalam hidrokarbon terklorinasi diatas suhu 70°C, tetapi tidak ada pelarut yang dapat melarutkan PE secara sempurna pada suhu biasa.

5. Permeabilitas gas

PE sangat sukar ditembus air, tetapi mempunyai permeabilitas cukup tinggi terhadap CO<sub>2</sub>, pelarut organik, parfum dan sebagainya. HDPE bersifat kurang permeabel dibandingkan LDPE.

6. Kemampuan olah

PE mudah diolah dan dapat dicetak dengan penekanan, injeksi, ekstrusi peniupan dan dengan hampa udara, namun penyusutannya cukup tinggi.





### 2.3 Resin Melamina

Resin melamin-formaldehida diperkenalkan di Jerman oleh Henkel pada tahun 1935. Resin ini termasuk dalam golongan resin amino yang diproduksi melalui reaksi polikondensasi antara melamin dan formaldehida. Dibanding resin amino lainnya, seperti resin urea-formaldehida, mempunyai kelebihan yakni transparan; kekerasan (*hardness*) yang lebih baik; stabilitas termal yang tinggi; tahan terhadap air, bahan kimia, dan goresan; dan bersifat sebagai *flame retardant*. Dari kelebihan ini, penggunaan resin ini sangat luas, seperti pada industri perekat, tekstil, laminasi, kertas, pelapisan permukaan (*surface coatings*), *moulding* dan sebagainya (Wypych, 2016). Sifat dari Resin Melamin dapat dilihat pada Tabel 2.2:

**Tabel 2.2** Sifat Mekanik dan Sifat Fisis dari Material Melamina (Wypych, 2016)

Property	Value
Density	1.574 g/cm <sup>3</sup>
Melting Point	345 °C
Tensile Strength: Ultimate (UTS)	30 MPa
Thermal Conductivity	0.5 W/m-K
Elongation at Break	1.0 %

*Melamine* adalah jenis polimer yang termasuk ke dalam jenis *thermoseting*. *Melamine* memiliki sifat yang keras dan getas. *Melamine* sering digunakan sebagai material untuk peralatan makan, seperti piring, gelas, dan mangkok. *Melamine* dapat terbentuk dari reaksi antara *cyanuric acid* yang akan dikondensasi

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA



dengan *ammonia* untuk membentuk *melamine*. (Krik-Othmer, 1978). Sedangkan untuk *melamine* resin terbentuk dari senyawa *formaldehyde* dan *melamine* dimana senyawa *formaldehyde* berfungsi sebagai *crosslinker*. (David, 1986)

#### 2.4 Serbuk Limbah Ban Bekas

Serbuk karet atau yang sering disebut dengan “tire crumb” atau “crumb rubber” adalah produk yang ramah lingkungan karena diperoleh dari ban bekas, dan tidak larut dalam tanah ataupun air tanah. Selain mengurangi jumlah limbah karet yang terbuang ke lingkungan, pemakaian kembali limbah produk karet tertentu, dapat menekan harga karet sebagai salah satu komponen penting penentu harga produk jadi yang dihasilkan. Aplikasi umum dari serbuk ban bekas adalah untuk; karpet karet, karet kompon, sol sepatu karet, konstruksi bangunan, campuran aspal untuk mengurangi keretakan dan menambah daya tahan pada jalan raya / jalan tol, lapangan olah raga, arena pacuan kuda, lapangan atletik serta tempat-tempat rekreasi, seperti penutup tanah pada peralatan tempat bermain (Exposure Research,2009).

Serbuk –serbuk ban bekas adalah suatu jaringan tiga dimensi atau suatu produk ikatan silang dari karet alam dan karet sintesis, diperkuat dengan karbon black yang menyerap minyak encer dari semen aspal selama reaksi yang dapat mengalami pengembangan dan pelunakan dari serbuk ban bekas. Hal ini meningkatkan kekentalan binder yang dimodifikasi (Steven Manolis, 2001).



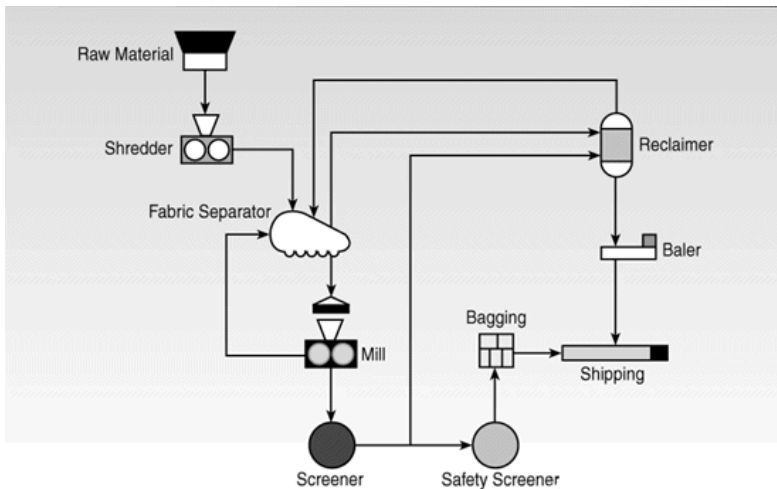
**Gambar 2.5** Serbuk Ban Bekas (Heitzamn, 1992)

Serbuk ban bekas berbentuk butiran-butiran kecil dari ban bekas yang dibuat dalam ukuran tertentu yang digunakan untuk modifikasi bahan aspal paving atau sebagai *filler* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.5**. Sifat-sifat serbuk ban bekas yang dapat mempengaruhi interaksi dalam proses pembuatan yakni ukuran partikel, spesifikasi area permukaan, dan komposisi kimia (Heitzamn, 1992). Serbuk ban bekas diperoleh dari ban yang melalui beberapa proses yaitu :



a. Sistem *Ambient Grinding*

*Ambient grinding*, adalah suatu metode proses dimana ban bekas tersebut diparut, digiling yang diproses pada temperatur ruang. Pada **gambar 2.6** proses utama dari *ambient grinding* terjadi pada shredder

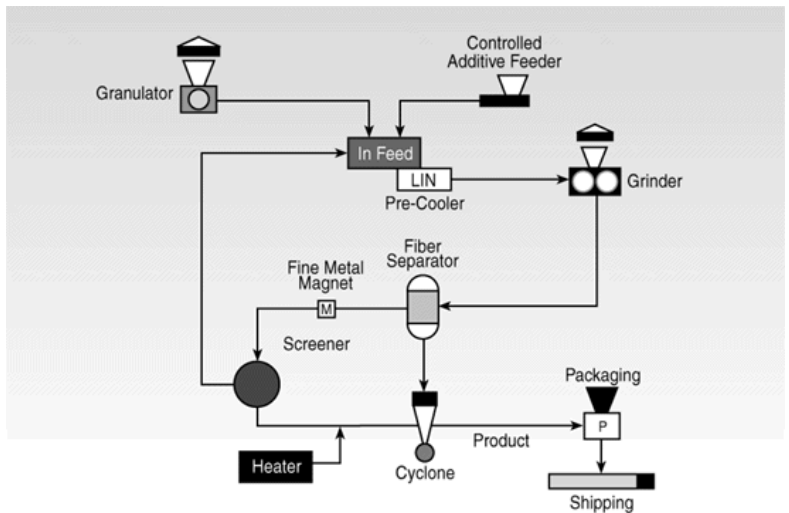


NOTE: Magnets are used throughout the process

**Gambar 2.6** Proses *Ambient Grinding* (Heitzamn, 1992)

b. Sistem *Cryogenic Grinding*

*Cryogenic grinding*, adalah proses yang menggunakan nitrogen cair untuk membekukan ban bekas sehingga menjadi rapuh dan kemudian dengan menggunakan sebuah hammer mill untuk menghancurkan karet yang beku tersebut menjadi partikel-partikel yang halus seperti yang ditunjukkan **gambar 2.7** .



**Gambar 2.7** Proses *Cryogenic Grinding* (Heitzamm, 1992)

c. Sistem *Wet-Ambient Grinding*

*Wet-Ambient grinding*, atau proses melarutkan dapat digunakan untuk menghasilkan ukuran partikel karet antara 200-500 mesh (Cal Recovery, 2004).

Pada ketiga proses, baja dan nilon-nilon halus yang terdapat pada ban dapat dihilangkan dengan magnet dan alat peniup. Proses ambient menghasilkan bentuk partikel yang tidak teratur dengan luas permukaan yang relatif besar menghasilkan reaksi antara semen aspal lebih cepat, sementara proses *cryogenic* menghasilkan suatu permukaan yang rata yang dapat mengurangi kecepatan reaksi dengan aspal semen. Pada proses *cryogenic* memberikan elastisitas yang lebih kecil dibandingkan dengan proses ambient. (Roberts dkk., 1989; Caltrans, 2003).



Serbuk ban bekas diukur dalam mesh atau inci dan umumnya karet ukurannya 3/8 inci atau lebih kecil. Ukuran serbuk dapat diklasifikasikan dalam empat kelompok, yaitu:

1. Besar atau kasar (3/8 dan 1/4 inci).
2. Sedang (10–30 mesh atau 0.079 –0.039)
3. Baik (40–80 mesh atau 0.016 –0.007)
4. Sangat baik (100–200 mesh atau 0.006 – 0.003).

Ukuran partikel dan distribusi ukuran tergantung dari kebutuhan serbuk ban bekas dan penggunaannya. Dari data penjualan pada industri serbuk ban bekas, pemakaiannya 14% untuk ukuran kasar, 52% untuk ukuran sedang, 22 % untuk ukuran halus dan 12% untuk ukuran sangat halus. Dari hasil penelitian dan literatur menyatakan bahwa 1/4-20 mesh sangat baik digunakan untuk aplikasi dalam bidang olah raga, keset kaki, tanah berumput, bahan untuk tempat bermain dan hasil campuran (molded). Untuk ukuran baik (40-80 mesh) sangat berpotensi untuk menghasilkan komposit yang baik dengan proses pencetakan (Nongnard Sunthonpagasit, Michael R. Duffey, 2003).

## 2.5 Lantai

lantai adalah bagian dasar sebuah ruang, yang memiliki peran penting untuk memperkuat eksistensi obyek yang berada di dalam ruang. Fungsi lantai secara umum adalah: menunjang aktivitas dalam ruang dan membentuk karakter ruang. Ketika orang berjalan di atas lantai, maka karakter yang muncul adalah: tahan lama, tidak licin dan berwarna netral (tidak dominan). Lantai rumah digunakan untuk meletakkan barang-barang seperti kursi, meja, almari, dan sebagainya serta mendukung berbagai aktivitas seperti berjalan, anak-anak berlari, duduk di lantai. Dilihat dari sisi struktur, beban yang diterima oleh lantai kadang cukup besar, misalnya ketika kita memindahkan benda berat seperti almari dengan cara menyeretnya. Dengan demikian lantai memiliki peran penting mendukung beban-beban langsung dari barang-barang dan aktivitas di atasnya. Dari sisi estetika, lantai berfungsi untuk



memperindah ruang dan membentuk karakter ruang. (Merritt, 2000)

Berdasarkan SNI 03-1331-2001 syarat mutu dari ubin mosaik yaitu;

1. Keadaan permukaan

Permukaan ubin tidak boleh menunjukkan cacat seperti; badan membengkok, retak-retak, gelembung-gelembung, noda-noda pada permukaan bahan

2. Toleransi ukuran

Penyimpangan ukuran mosaik harus memenuhi ketentuan pada tabel 2.3 yaitu;

**Tabel 2.3** Toleransi Ukuran Ubin Mosaik

Ukuran Sisi (mm)	Toleransi	Perbedaan ukuran sisi mosaik terbesar dan terkecil tiap 1 m <sup>2</sup> maksimum
>50	±2.0	2.0
25-50	±1.5	2.0
≤25	±1.0	1.0
tebal	± 0.2	-

3. Penyerapan air

Daya serap air tidak boleh melebihi ketentuan yang tercantum pada tabel 2.6

**Tabel 2.4** Toleransi Penyerapan Air Ubin Mosaik

Jenis Ubin Mosaik	Penyerapan Air (%)
Porselen	$PA \leq 3.0$
Stone ware I	$3.0 \leq PA < 6.0$
Stone ware II	$6.0 \leq PA < 10$
Earthen ware	$PA > 10$

4. Kekerasan



- Kekerasan mosaik berglasir minimum 5 skala Moh's dan tidak berglasir minimum 6 skala Moh's
5. Kuat lentur  
Kuat lentur mosaik rata-rata minimum /cm<sup>2</sup> dan tiap contoh yang diuji minimum 200 kg/ cm<sup>2</sup>
  6. Ketahanan terhadap gesekan  
Kehilangan berat setelah diuji maksimum 0.1 gram

## 2.7 Penelitian Sebelumnya

Jumlah plastik yang setiap harinya terus bertambah dapat menjadi masalah kesehatan dan sosial yang besar. Tempat-tempat pembuangan akhir di kota-kota besar mulai kelebihan kapasitas dan tidak dapat menampung sampah plastik dalam jumlah besar. Proses daur ulang sampah plastik yang sudah ada dinilai kurang efektif karena jumlah sampah plastik yang begitu besar tidak sebanding dengan jumlah sampah plastik yang dapat di daur ulang.

Ilmuwan di dunia telah mengembangkan solusi dan metode pengolahan sampah plastik dengan cara yang efektif, efisien dan biaya yang murah. Para ilmuwan telah menemukan tipe baru dari proses engineering yang menggabungkan *sustainable engineering* dan *green engineering*. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh sampah plastik terhadap lingkungan selain itu juga dapat memaksimalkan keuntungan yang memberikan dampak positif terhadap ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Di Ghana penelitian yang berjudul *Use of Waste Plastic Materials for Road Construction*, menggunakan plastik jenis LDPE yang diolah menjadi penguat untuk campuran aspal. Jalan yang dibuat dengan aspal jenis LDPE terbukti dapat meningkatkan performa campuran bitumen. Penambahan thermoplastik pada campuran bitumen dapat meningkatkan perilaku viskoelastik dan *rheological properties* dari aspal. Penambahan plastik juga meningkatkan titik pelunakan, daya tahan, ketahanan aus, dan ketahanan terhadap deformasi dari aspal. Di samping kenaikan





performa dari aspal, pengolahan plastik dengan metode ini memiliki keuntungan karena harganya yang murah, dan ketersediaan plastik yang sangat banyak (Appiah, 2017).

Penelitian yang dilakukan Fabiana dkk di Universitas Campinas di Brazil yang berjudul *Investigation on the properties of concrete tactile paving blocks made with recycled tire rubber* memberikan informasi bahwa limbah ban bekas dapat dimanfaatkan untuk pembuatan *paving blocks* sebagai agregat halus mengurangi penggunaan dari pasir. Material yang digunakan yaitu semen, pasir, kerikil basaltic, ban bekas, dan *superplasticizer*. Metode pembuatannya menggunakan *semi-dry mix*. Riset mereka menunjukkan bahwa kekuatan kompresi *paving block* tersebut meningkat pada 10% penggantian pasir terhadap sampah karet ban, Serta ketahanan abrasi dari *paving block* juga meningkat (Fabiana, 2014).

Penamfaatan limbah plastik juga tidak hanya dapat dimanfaatkan menjadi material konstruksi atau jalanan seperti sebuah penelitian dari Universitas Sebelas Maret yang dilakukan oleh agung memberikan informasi bahwa limbah plastik PP dan ban karet dapat dimanfaatkan untuk pembuatan ubin. Pembuatan Produk dilakukan dengan melakukan pencampuran PP dan karet ban serbuk dalam cetakan kemudian dilakukan *pressured sintering*. Dengan penambahan fraksi volume dari PP terjadi penurunan terhadap konduktivitas termal dan densitas namun ketahanan impaknya naik (Agung, 2013).

Penelitian menggunakan agregat melamin juga dilakukan, untuk melihat pengaruh penggunaan limbah melamin terhadap sifat mekanik dan sifat fisis dalam pembuatan komposit beton. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa semakin meningkatnya agregat halus limbah melamin yang digunakan, menaikkan kompresi dari komposit beton. Selain itu, daya serap air dari komposit juga meningkat seiring bertambahnya penggunaan agregat limbah melamin ( Chaitongrat, 2016).

---

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

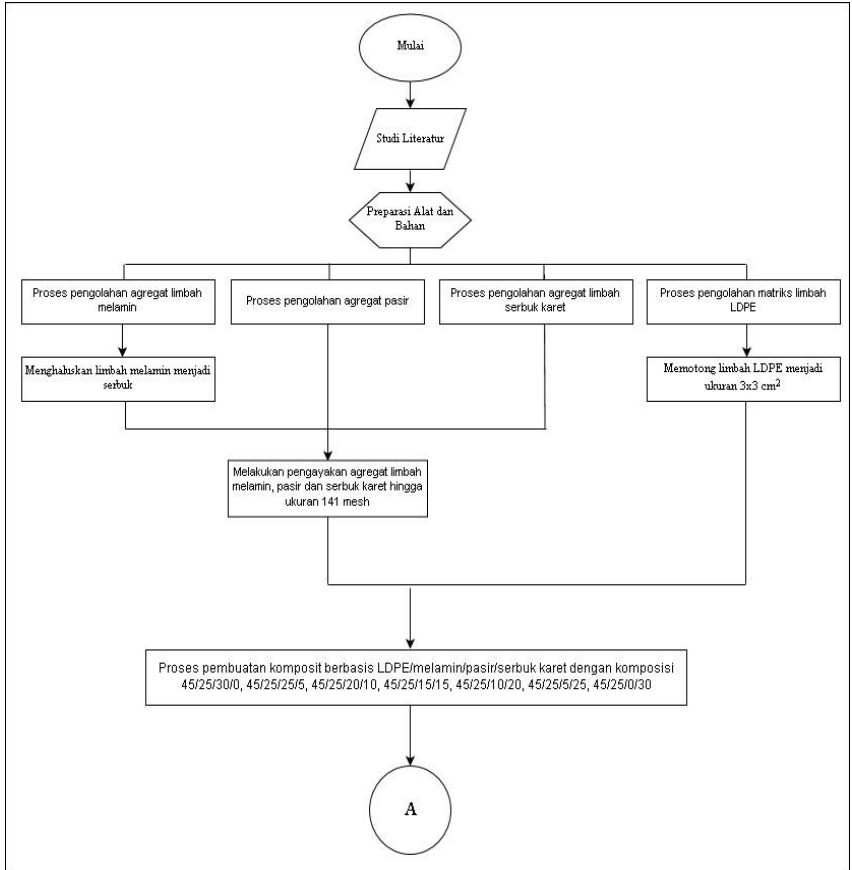


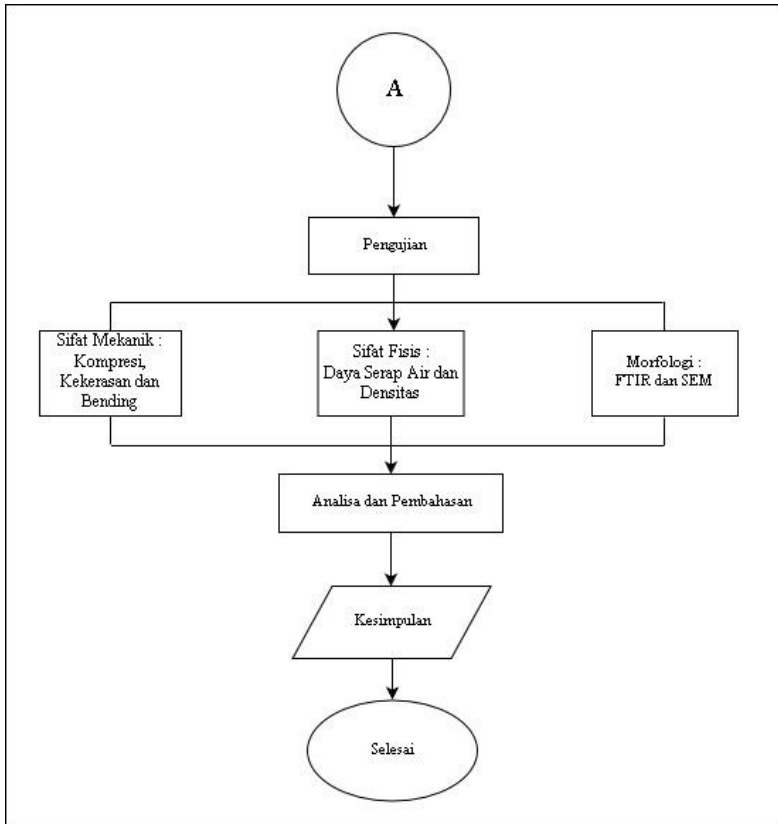
Berdasarkan referensi penelitian-penelitian sebelumnya, riset ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk meningkatkan performa dari material bangunan khususnya pada aplikasi *tile* dengan pemanfaatan plastik sebagai bahan utamanya. Diharapkan melalui riset ini didapatkan solusi yang mudah, efektif, dan efisien untuk pengolahan limbah plastik yang ramah lingkungan dan mampu mengurangi plastik dalam jumlah yang besar.

# BAB III METODOLOGI

## 3.1 Diagram Alir

Penelitian ini menggunakan alur penelitian yang digambarkan seperti Gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## 3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

### 3.2,1 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa bahan yang digunakan yaitu:



1. Limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE)  
Gambar 3.2 adalah gambar melamin yang digunakan dalam penelitian kali ini



**Gambar 3.2** LDPE

2. Limbah karet ban bekas  
Crumb rubber atau serbuk limbah karet merupakan bahan yang akan digunakan sebagai pengisi yang berbentuk serbuk dan berwarna hitam. Crumb rubber ini diperoleh dari limbah ban bermerk Dunlop.
3. Limbah melamin  
Gambar 3.3 adalah gambar melamin yang digunakan dalam penelitian kali ini



**Gambar 3.3** Limbah Melamin



4. Pasir

Gambar 3.4 adalah gambar pasir yang digunakan dalam penelitian kali ini



**Gambar 3.4** Pasir

### 3.2.2 Peralatan penelitian

1. Kompor

Gambar 3.5 adalah alat yang digunakan untuk memanaskan potongan-potongan kecil plastik agar menjadi cair.



**Gambar 3.5** Kompor *portable*

2. Spatula

Alat ini digunakan untuk mengaduk campuran plastik cair dan pasir sehingga merata.



3. Wajan

Gambar 3.6 adalah alat yang digunakan sebagai wadah untuk mencampur plastik cair dengan pasir.



**Gambar 3.6** Panci

4. Cetakan

Gambar 3.7 adalah alat digunakan untuk membentuk spesimen uji untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.



**Gambar 3.7** Cetakan



5. Timbangan digital

Gambar 3.8 adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat dari bahan-bahan yang digunakan.



**Gambar 3.8** Timbangan Digital

6. Mesin pencacah plastik

Gambar 3.9 adalah mesin pencacah plastik yang digunakan untuk mencacah plastik menjadi ukuran yang kecil sehingga mudah dilelehkan dan pengadukan lebih efisien.



**Gambar 3.9** Mesin Pencacah Plastik





7. Alat uji SEM

Gambar 3.10 adalah mesin SEM untuk menganalisa morfologi dan juga ukuran partikel dari hasil penelitian.



**Gambar 3.10** Mesin Uji SEM

8. Alat uji FTIR

Gambar 3.11 adalah mesin FTIR yang digunakan untuk mengetahui nilai gugus fungsi hasil penelitian.



**Gambar 3.11** Mesin Uji FTIR



9. Alat uji bending

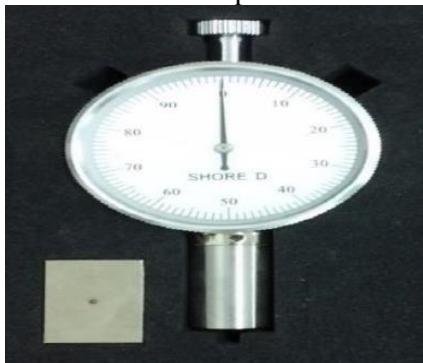
Gambar 3.12 adalah mesin uji bending untuk mengukur kekuatan lengkung dari material komposit.



**Gambar 3.12** Mesin Uji Bending

10. Durometer

Gambar 3.13 adalah alat uji untuk mengukur kekerasan dari material komposit.



**Gambar 3.13** Durometer *Hardness*



11. Alat uji kompresi

Gambar 3.14 adalah mesin uji kompresi untuk mengukur kekuatan kompresi dari material komposit.



**Gambar 3.14** Mesin Uji Kompresi

12. Oven

Gambar 3.15 adalah oven digunakan untuk mengeringkan spesimen uji *absorbability* yang telah direndam air selama 24 jam.



**Gambar 3.15** Oven



### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbedaan jenis *filler* (serbuk karet dan pasir)

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian Komposit

No	Binder	Agregat		
	LDPE	Melamine	Pasir	Serbuk Karet
1	45	25	30	-
2	45	25	25	5
3	45	25	20	10
4	45	25	15	15
5	45	25	10	20
6	45	25	5	25
7	45	25	-	30

### 3.4 Metode Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Bahan

Untuk dapat melaksanakan pengujian, terlebih dahulu disiapkan persiapan bahan. Persiapan bahan ini sangat penting untuk dilakukan karena dapat mempengaruhi hasil pengujian dan dapat mempengaruhi hasil dari analisa dan pembahasan.

##### 3.4.1.1 Pengolahan Sampah Plastik LDPE

1. Sampah plastik yang LDPE dicuci sampah bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada permukaannya.
2. Sampah plastik LDPE dijemur di bawah sinar matahari sampai kering untuk menghilangkan kandungan air.
3. Melakukan *mechanical crushing* dengan mesin pencacah plastik untuk mendapatkan ukuran yang kecil sehingga mudah untuk dilelehkan.



#### 3.4.1.2 Pengolahan Agregat Melamin

1. Menyiapkan limbah melamin.
2. Menghancurkan limbah melamin menggunakan alat penumbuk.
3. Setelah berukuran kecil, melamin dihaluskan menggunakan blender.
4. Mengayak melamin yang telah diblender, agar mendapat agregat limbah melamin dengan ukuran yang diinginkan.

#### 3.4.1.3 Proses pembuatan komposit

1. Pembuatan spesimen dilakukan dengan menimbang massa dari plastik LDPE sesuai dengan komposisi yang diinginkan.
2. Setelah itu menimbang massa dari pasir resin melamine dan limbah ban karet sesuai dengan komposisi yang diinginkan.
3. Plastik yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam wajan untuk dipanaskan menggunakan panas dari kompor sampai menjadi fasa *liquid*.
4. *Blowtorch* digunakan untuk memanaskan plastik melalui bagian atas dari wajan agar proses pelelehan berjalan lebih cepat dan efisien. Proses pelelehan polimer membutuhkan waktu kurang lebih 15 menit sampai meleleh secara merata.
5. Setelah semua bagian dari plastik meleleh dan mencair, pasir, resin melamine dan limbah ban karet dimasukkan sesuai dengan komposisi yang diinginkan
6. Pengadukan campuran plastik dan campuran *aggregate* menggunakan spatula sampai seluruh campuran tercampur secara merata.
7. Setelah semua campuran tercampur secara merata, campuran plastik dan pasir yang telah menjadi komposit dituang ke dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.

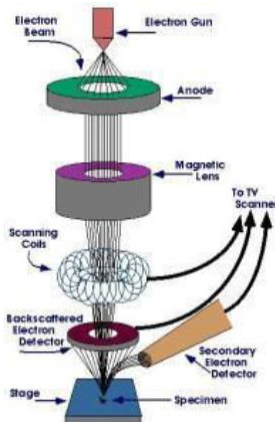


8. Komposit yang telah dicetak kemudian didinginkan hingga semua bagian menjadi solid.
9. Spesimen dikeluarkan dari cetakan.
10. Melakukan pembuatan komposit untuk 6 komposisi lainnya.

### 3.4.2 Proses Pengujian

#### 3.4.2.1 Pengujian SEM

Scanning Electron Microscope adalah jenis mikroskop elektron yang memanfaatkan sinar elektron berenergi tinggi dalam pola raster scan sehingga dapat menampilkan gambar morfologi sampel. Cara kerja SEM adalah dengan menembakkan elektron dari *electron gun* lalu melewati *condensing lenses* dan pancaran elektron akan diperkuat dengan sebuah kumparan, setelah itu elektron akan difokuskan ke sampel oleh lensa objektif yang ada di bagian bawah. Pantulan elektron yang mengenai permukaan sampel akan ditangkap oleh *backscattered electron detector* dan *secondary electron detector* yang kemudian diterjemahkan dalam bentuk gambar pada display. Skema prinsip kerja SEM ditunjukkan pada **Gambar 3.16**



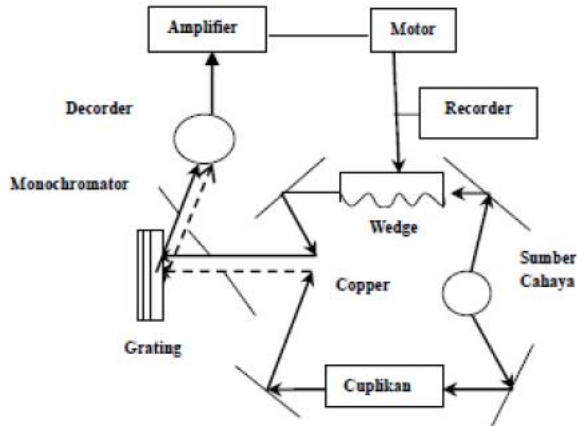
**Gambar 3.16** Prinsip Kerja SEM

Pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui morfologi, ukuran partikel, pori serta bentuk partikel material. Standar yang digunakan adalah ASTM E986. Mesin SEM yang digunakan adalah Inspect S50. Sampel yang digunakan berupa lembaran yang dilengketkan pada *holder* dengan menggunakan selotip karbon *double tape*. Kemudian dimasukkan ke dalam alat pelapis *autofine-coater* JFC-1100 untuk melapisi sampel dengan lapisan tipis Au-Pd (80:20). Lalu, sampel dimasukkan dalam *specimen chamber* pada alat SEM.

### 3.4.2.2 Pengujian FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan pertama kali karena untuk mengetahui ikatan serta untuk mengkonfirmasi apakah bahan yang dipakai telah sesuai. Skema dari mesin FTIR dapat dilihat pada **Gambar 3.17** Adapun cara kerja FTIR seperti berikut ini: Mula mula zat yang akan diukur

diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati *chopper*. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh *rekorder*. Selanjutnya diperlukan amplifiier bila sinyal yang dihasilkan sangat lemah.



**Gambar 3.17** Skema Uji FTIR

Spesimen yang digunakan untuk pengujian FTIR berupa cuplikan kecil dari material yang dibuat. Mesin uji FTIR yang digunakan adalah Nicolet IS10. Sampel diletakkan *sample holder*, kemudian *detector* didekatkan pada sampel. Pastikan sampel uji memiliki permukaan yang rata dan ketebalan yang sama.

### 3.4.2.3 Pengujian Massa Jenis

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap





benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. Untuk pengukuran densitas batako menggunakan metode Archimedes mengacu pada standard ASTM C 134-95 dalam Murdock (1991) dan dihitung dengan persamaan 3.1

$$P_{pc} = \frac{m_s}{(m_g - m_k)} \quad (3.1)$$

Keterangan:

$P_{pc}$  = densitas (gr/cm<sup>3</sup>)

$m_s$  = massa sampel kering (gr)

$m_g$  = massa sampel digantung didalam air

$m_k$  = massa kawat penggantung (gr)

Pair = densitas air = 1 (gr/cm<sup>3</sup>).

Dalam proses pengujiannya spesimen ditimbang terlebih dahulu. Kemudian spesimen dimasukkan ke dalam akuades (berada di gelas beker di atas timbangan) dengan posisi digantung menggunakan benang. Posisi spesimen taidak boleh menyentuh dasar gelas. Setelah kita dapatkan massa spesimen yang menggantung tersebut kita dapat mengetahui volume spesimen yang ada dengan cara membaginya dengan massa jenis dari akuades. Setelah semuanya diketahui maka nilai densitas dapat dihitung menggunakan persamaan diatas. Akan tetapi nilai massa kawat penggantung ( $m_k$ ) diabaikan karena nilainya yang terlalu kecil.

#### 3.4.2.4 Pengujian Kompresi

Kuat tekan adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya



tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodimulyo, 1996). Dalam pengujian ini standard yang digunakan adalah SNI 03-0691-1996. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan dari persamaan 3.2:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \quad (3.2)$$

Keterangan:

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

Setelah proses uji kompresi dilakukan, dan didapatkan data berupa berat tekan dalam satuan (kN) yang kemudian di konversi menjadi satuan Newton. Setelah didapatkan data berupa beban tekan dalam Newton, kemudian data yang ada dimasukkan ke dalam persamaan di atas untuk menghitung kuat tekan dari masing-masing spesimen.

#### 3.4.2.5 Pengujian *Bending*

Pengujian kelenturan dilakukan untuk mendapatkan informasi kekuatan material ketika dibengkokkan. Pengujian kelenturan dilakukan dengan metode three point bend, dengan cara spesimen diletakan pada kedua tumpuan dan dilakukan pembebanan di tengah spesimen. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji bending di Universitas Airlangga Surabaya. Prosedur pengujian menurut standar ASTM D790. Kekuatan lentur suatu material dapat dihitung dengan persamaan 3.3.

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3.3)$$



Keterangan :

$\sigma_f$  = Kekuatan Lentur (Kg/cm<sup>2</sup>)

L = Support span (cm)

P = Beban patah (Kg)

b = lebar spesimen (cm)

d = tebal spesimen (cm)

#### **3.4.2.6 Pengujian Kekerasan**

Pengujian ini digunakan untuk menganalisis tingkat kekerasan dari sampel komposit. Dimensi spesimen dan prosedur yang dilakukan menggunakan sumber acuan standar ASTM D2240 - Durometer Hardness. Dimana ketebalan minimal sampel yaitu 6 mm. Durometer ini bekerja mengukur ketahanan material terhadap penetrasi indenter seperti jarum berpegas. Skala yang digunakan pada pengujian ini adalah dalam nilai Shore D.

#### **3.4.2.6 Pengujian Daya Serap Air**

Pengujian angka penyerapan digunakan untuk menghitung perubahan berat dari suatu agregat akibat air yang menyerap ke dalam pori di antara partikel pokok dibandingkan dengan pada saat kondisi kering, ketika agregat tersebut dianggap telah cukup lama kontak dengan air sehingga air telah menyerap penuh. Standar laboratorium untuk penyerapan akan diperoleh setelah merendam agregat yang kering ke dalam air selama (24+4) jam. Agregat yang diambil dari bawah muka air tanah akan memiliki nilai penyerapan yang lebih besar bila tidak dibiarkan mengering. Sebaliknya, beberapa jenis agregat mungkin saja mengandung kadar air yang lebih kecil bila dibandingkan dengan yang pada kondisi terendam selama 15 jam. Untuk agregat yang telah kontak dengan air dan terdapat air bebas pada permukaan partikelnya, presentase air bebasnya dapat ditentukan dengan mengurangi penyerapan dari kadar air total. Standar yang digunakan adalah ASTM D570. Dan dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3.4



$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan:

A = berat basah (gram)

B = berat kering (gram)

Proses pengujian nilai penyerapan air mengacu pada ASTM D570 dimana dalam prosesnya spesimen direndam terlebih dahulu di dalam akuades selama 24 jam kemudian ditimbang untuk mengetahui berat basah dari spesimen yang ada. Setelah itu spesimen dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dalam temperature 50° C dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering dari spesimen tersebut. Kemudian data yang ada dimasukkan ke persamaan diatas untuk mengetahui nilai *Water absorbability*-nya.

#### 3.4.2.6 Pengujian *Flammeability*

Pengujian ini digunakan untuk menganalisis tingkat ketahanan api dari material komposit. Dimensi dan prosedur yang dilakukan menggunakan acuan standar ASTM D635. Dimana dalam pengujian ketahanan api dari material komposit dinilai dari laju pembakarannya.



### 3.5 Rancangan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian, Tabel 3.2 menunjukkan rancangan penelitian pada penelitian ini.

**Tabel 3.2** Rancangan Penelitian

Komposisi	Pengujian						
	SEM	FTIR	Masaa Jenis	Serap Air	Bending	Kompresi	Kekerasan
1	V	V	V	V	V	V	V
2			V	V	V	V	V
3			V	V	V	V	V
4			V	V	V	V	V
5	V	V	V	V	V	V	V
6			V	V	V	V	V
7	V	V	V	V	V	V	V



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

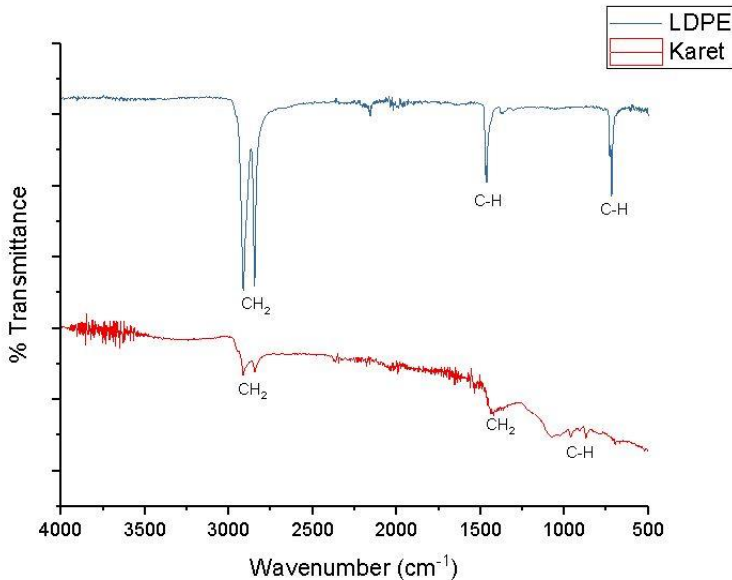
## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini merupakan rekayasa *green* komposit sampah LDPE (L) dan ditambah pengisi pasir (P), sampah melamine (M), dan serbuk karet ban bekas (K). Besarnya jumlah komposisi dari setiap bahan kemudian dijadikan variabel dalam pembuatan komposit ini untuk kemudian ditinjau pengaruhnya. Penelitian ini menghasilkan campuran berupa komposit dengan komposisi L/M/P/K (45/25/30/0), L/M/P/K (45/25/25/5), L/M/P/K (45/25/20/10), L/M/P/K (45/25/15/15), L/M/P/K (45/25/10/20), L/M/P/K (45/25/5/25), L/M/P/K (45/25/0/30). Komposit yang dihasilkan kemudian diuji dan dianalisa untuk diketahui sifat mekanik dan sifat fisisnya.

#### **4.1 Analisis FTIR**

Analisis FTIR bertujuan untuk mengamati gugus fungsi serta ikatan kimia yang terbentuk dari material komposit L/M/P/K. Spektrum FTIR diperoleh dari permukaan spesimen L/M/P/K dengan komposisi serbuk karet sebesar 0%, 20%, dan 30%.



**Gambar 4.1** Hasil Uji FTIR Limbah LDPE dan Serbuk Karet

Pada gambar 4.1 warna merah menunjukkan hasil uji limbah ban karet yang digunakan pada penelitian dan warna biru menunjukkan hasil uji limbah LDPE yang digunakan pada penelitian ini. Sampel tersebut dianalisa pada *wavenumber* antara 4000-500  $\text{cm}^{-1}$ .





**Tabel 4.1** Peak FTIR, Gugus Fungsi dan Jenis Ikatan pada Limbah LDPE

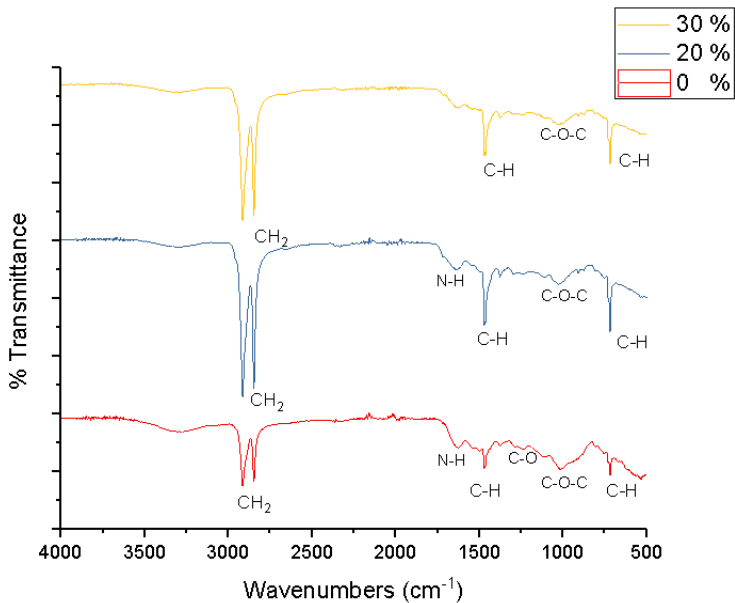
Wavenumber	Gugus	Ikatan
2914	CH <sub>2</sub>	Alkana
2847	CH <sub>2</sub>	Alkana
1471	C-H	Alkana
1376	C-H	Alkana
729	C-H	Aromatik

Dari Tabel 4.1 menunjukkan daerah resapan hasil uji FTIR dari material limbah LDPE yang menunjukkan gugus CH<sub>2</sub> dan C-H pada intensitas yang tinggi.

**Tabel 4.2** Peak FTIR, Gugus Fungsi dan Jenis Ikatan pada Limbah Serbuk Karet Ban Bekas

Wavenumber	Gugus	Ikatan
2910	CH <sub>2</sub>	Alkana
2847	CH <sub>2</sub>	Alkana
1420	CH <sub>2</sub>	Aromatik
720	C-H	Aromatik

Dari Tabel 4.2 menunjukkan daerah resapan hasil uji FTIR dari material limbah serbuk karet ban bekas yang menunjukkan gugus CH<sub>2</sub> dan C-H pada intensitas yang rendah.



**Gambar 4.2** Pengaruh Penambahan Serbuk Karet terhadap Hasil Uji FTIR Komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serbuk Karet

Pada gambar 4.2 warna merah menunjukkan hasil uji FTIR komposit variasi komposisi 1 dengan komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 30 wt% pasir dan 0 wt% serbuk karet, warna biru menunjukkan hasil uji FTIR komposit variasi komposisi 5 dengan komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 10 wt% pasir dan 20 wt% serbuk karet, warna kuning menunjukkan hasil uji FTIR komposit variasi komposisi 7 dengan komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 0 wt% pasir dan 30 wt% serbuk karet sampel dianalisa pada *wavenumber* antara 4000-500  $\text{cm}^{-1}$ .



**Tabel 4.3** Peak FTIR, Gugus Fungsi dan Jenis Ikatan pada Material Komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serkbuk Karet Ban Bekas

Wavenumber	Gugus	Ikatan
2914	CH <sub>2</sub>	Alkana
2847	CH <sub>2</sub>	Alkana
1624	N-H	Amina
1471	C-H	Alkana
1376	C-H	Alkana
1238	C-O	Eter
1071	C-O-C	Ester
717	C-H	Aromatik

Dari tiga gambar tersebut dibuat tabel 4.3 untuk memudahkan dalam mengolah data. Dari Tabel 4.3 terlihat beberapa daerah serapan yang dapat menunjukkan jika material adalah LDPE. Pada daerah serapan 2947 cm<sup>-1</sup> dan 2847 cm<sup>-1</sup>, muncul gugus fungsi CH<sub>2</sub> dengan intensitas kuat (Gulmine, 2002). Daerah resapan 1471 cm<sup>-1</sup> dan 1376 cm<sup>-1</sup>, muncul gugus fungsi C-H dengan intensitas kuat (Soo Jin, 2013). Selain itu daerah resapan 1238 cm<sup>-1</sup> muncul gugus fungsi C-O dengan intensitas yang kuat. Gugus fungsi kimia tersebut menandakan bahwa material yang digunakan merupakan LDPE.

Dari tabel 4.3 juga terlihat beberapa daerah yang dapat menunjukkan material melamin dan serbuk karet. Pada daerah serapan 1624 cm<sup>-1</sup> muncul gugus fungsi N-H dengan intensitas kuat. Dan pada daerah resapan 1017 cm<sup>-1</sup> muncul gugus fungsi C-O-C dengan intensitas kuat. Gugus fungsi kimia tersebut menunjukkan bahwa material yang digunakan merupakan melamin (Abrose,

---

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN



2013). Sementara pada daerah resapan  $717 \text{ cm}^{-1}$  muncul gugus fungsi C-H Aromatik dengan intensitas yang kuat dimana gugus ini menandakan dari material serbuk karet yang digunakan (Munteanu, 2005).

Selain itu, dari hasil pengujian FTIR diatas, dapat dilihat bahwa tidak ditemukannya puncak baru yang berarti tidak terbentuk adanya ikatan baru pada proses pembuatan komposit LDPE/melamin/pasir/serbuk karet.

#### 4.2 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Morfologi dari specimen komposit ditunjukkan dengan fotomikrograph *Scanning Electron Microscope*. Selain morfologi, melalui fotomikrograph SEM juga bisa untuk mendapatkan informasi persebaran *filler* dan terbentuknya porositas pada komposit.. Pengamatan morfologi dilakukan di Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Berdasarkan Gambar 4.3 terlihat bahwa adanya perbedaan morfologi dari masing-masing komposisi. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan material pengisi dari masing-masing komposisi dimana pada komposisi 5 dan komposisi 7 dilakukan penambahan material pengisi serbuk karet dan pengurangan material pengisi pasir. Gambar 4.3 (a) merupakan morfologi dari hasil uji SEM komposit dengan komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 30 wt% pasir dan 0 wt% serbuk karet pada perbesaran 1000x. Yang menunjukkan adanya permukaan halus karena tidak adanya penambahan serbuk karet pada komposit. Sedangkan pada gambar 4.3 (b) dan (c) dimana merupakan komposit dengan komposisi penambahan material pengisi serbuk karet menunjukkan morfologi permukaan yang lebih kasar dari gambar 4.3 (a) hal ini dikarenakan lemahnya interaksi material pengisi serbuk karet terhadap dan *matriks* yang mengakibatkan lemahnya kekuatan ikatan *interface*, lemahnya interface terjadi karena tekstur dari



serbuk karet yang halus menyebabkan kekuatan *interface* yang kecil (Kunal, 2017).

Gambar 4.4 merupakan hasil mapping EDAX yang menunjukkan persebaran dari material pengisi yaitu pasir dan serbuk karet, warna biru menunjukkan kandungan Si dari material pengisi, dari ketiga specimen yang diuji nampak bahwa persebaran dari material pengisi pasir dan serbuk karet kurang merata karena hal ini bisa disebabkan saat proses manufaktur komposit ketika pencampuran, bahan pengadukan yang dilakukan kurang homogen, sehingga persebaran material pengisi kurang merata.

**Tabel 4.4** Nilai %Void Spesimen Komposit

Spesimen	%Void
1	0.61 %
5	2.94 %
7	3.96 %

Pada tabel 4.4 menunjukkan nilai *void* dari komposit dengan komposisi spesimen 1 yaitu LDPE/melamin/pasir/serbuk karet sebesar 45/25/30/0, komposisi spesimen 2 yaitu LDPE/melamin/pasir/serbuk karet sebesar 45/25/10/20, komposisi spesimen 3 yaitu LDPE/melamin/pasir/serbuk karet sebesar 45/25/0/30. Perhitungan *void* dilakukan menggunakan aplikasi imageJ. Dari hasil perhitungan *void* didapatkan penambahan serbuk karet memperbanyak jumlah *void* yang terjadi pada spesimen.

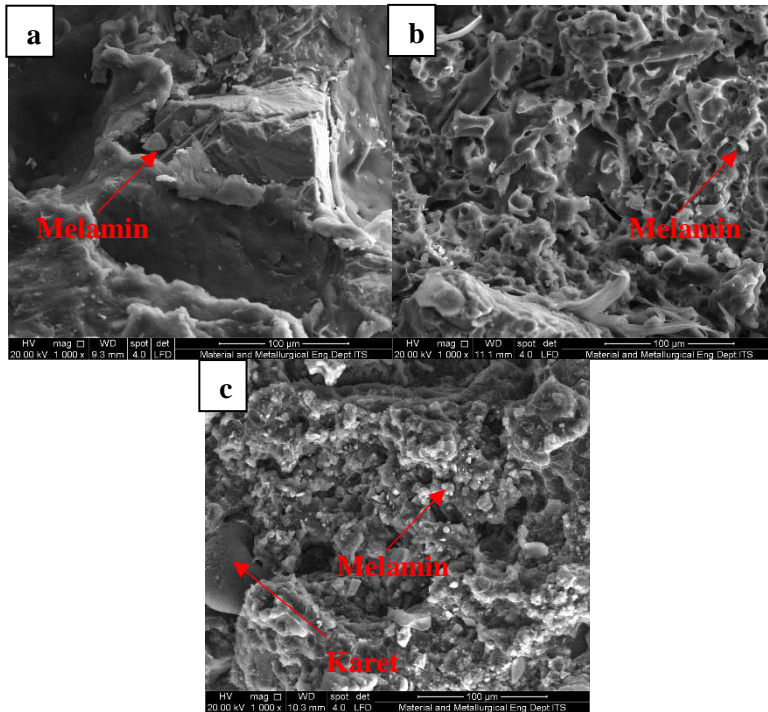
Banyaknya jumlah pori mempengaruhi sifat fisis dan mekanik dari komposit itu sendiri, besar dan banyaknya pori akan berpengaruh pada nilai densitas dari komposit itu sendiri. Hal tersebut senada dengan yang diungkapkan oleh (Hanafi dkk 2016) bahwa peningkatan fraksi volume atau fraksi berat pada komposit cenderung menurunkan densitas dan meningkatkan porositas.

---

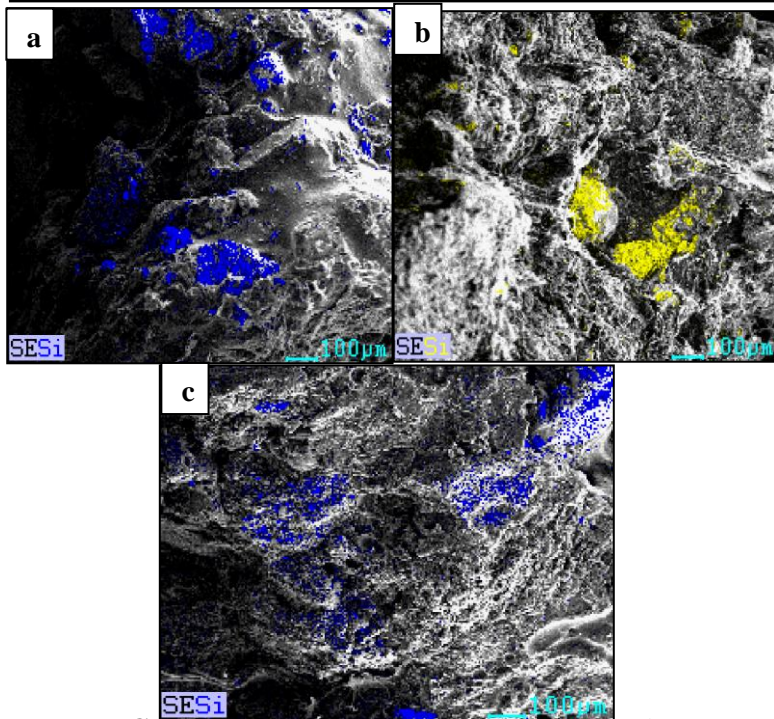
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN



Selain itu tingginya nilai porositas juga akan menurunkan nilai kuat tekan atau kompresi dari spesimen yang telah dibuat. peningkatan persentase porositas memiliki keterkaitan terhadap penurunan kuat tekan. (Sutapa, 2011).



**Gambar 4.3** Hasil uji SEM komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serbuk Karet (a) Variasi komposisi 45/25/30/0 (b) variasi komposisi 45/25/10/20 (c) variasi komposisi 45/25/0/30 dengan perbesaran 1000x



**Gambar 4.4** Hasil mapping EDAX komposit LDPE/Melamin/Pasir/Serbuk Karet (a) Variasi komposisi 45/25/30/0 (b) variasi komposisi 45/25/10/20 (c) variasi komposisi 45/25/0/30 dengan perbesaran 100x

### 4.3 Uji Kompresi

Pengujian kompresi dilakukan untuk mengetahui kekuatan kompresi dari komposit L/MP/K. Dengan mengetahui kekuatan kompresi dari material komposit, maka dapat dijadikan pertimbangan komposit yang dibuat untuk dijadikan bahan bangunan seperti ubin, paving block, dinding, beton, dan lain-lain.

Uji kompresi di lakukan di Laboratorium Beton dan Material Jurusan Diploma Teknil Sipil Insitut Teknologi Sepuluh Nopember

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**



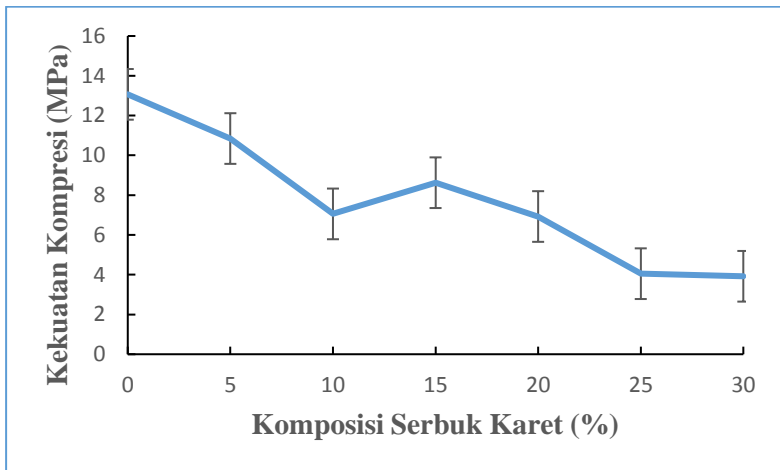
Surabaya. Dari hasil uji kompresi yang dilakukan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.5

**Tabel 4.5** Hasil Uji Kompresi komposit L/MP/K pada variasi komposisi *filler* serbuk karet

No	Filler Karet wt%	Kekuatan Tekan (MPa)
1	0%	13.72
2	5%	11.25
3	10%	7.06
4	15%	8.82
5	20%	7.25
6	25%	4.12
7	30%	3.92

Tabel 4.5 menunjukkan nilai uji daya serap air dari material komposit dengan *binder* termoplastik LDPE dan material pengisi berupa melamin, pasir dan serbuk karet. Dari hasil pengujian dengan adanya penambahan material pengisi serbuk karet dalam komposit mempengaruhi nilai kekuatan bending dari komposit tergantung dari banyaknya komposisi material pengisi serbuk karet pada komposit kekuatan kompresi paling besar didapatkan dengan komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 30 wt% pasir dan 0 wt% serbuk karet dengan nilai 13.72 MPa. Sedangkan nilai kekuatan kompresi paling kecil didapatkan dengan komposisi komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 0 wt% pasir dan 30 wt% serbuk dengan nilai 3.92 MPa.





**Gambar 4.5** Pengaruh Pengisi Serbuk Karet terhadap Kekuatan Kompresi Komposit L/MP/K

Berdasarkan gambar 4.5 dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan material pengisi serbuk karet cenderung menurunkan kekuatan kompresi komposit L/MP/K. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal seperti lemahnya kekuatan ikatan antar *interface* matriks dengan *filler*. Hal lain yang menyebabkan rendahnya kekuatan kompresi adalah meningkatnya jumlah *void* seiring dengan bertambahnya komposisi serbuk karet. Keberadaan *void* ini akan mempermudah terjadinya retakan-retakan awal yang akan menginisiasi kegagalan material dalam menerima beban (Ramana dan Bisht, 2017).

#### 4.4 Uji Kekerasan

Sifat mekanik dari suatu material penting untuk diketahui agar suatu material dapat diaplikasikan sesuai dengan kemampuan dan kebutuhannya. Salah satu sifat mekanik yang diselidiki kali ini adalah sifat kekerasannya. Pengujian kekerasan komposit ini



dilakukan dengan menggunakan alat durometer shore D dengan standard pengujian ASTM D2240 dengan indentor baja berbentuk tabung silinder. Pengujian dilakukan pada 3 titik indentasi pada setiap spesimen, kemudian diambil nilai rata – rata dari hasil indentasi tersebut. Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengisi serbuk karet terhadap sifat kekerasan

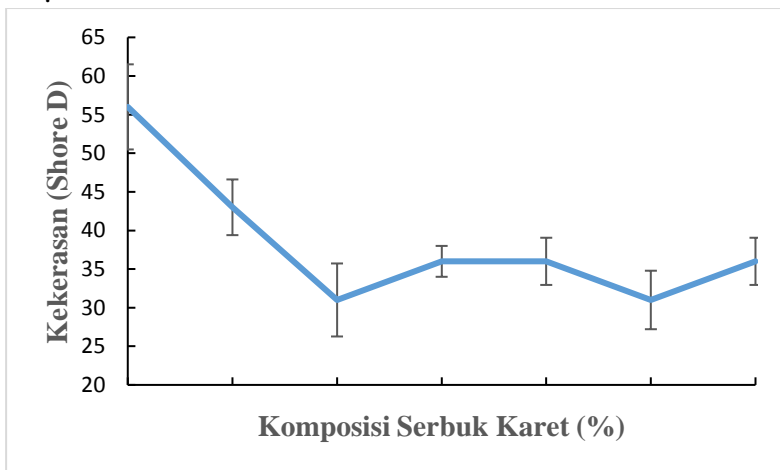
Hasil pengujian komposit L/MP/K ditunjukkan pada tabel 4.2 Material sampah LDPE yang dipadukan dengan melamin dan pasir tanpa pengisi serbuk karet menunjukkan nilai kekerasan sebesar 50.33 Shore D. Kemudian berdasarkan pengujian kekerasan yang telah dilakukan, Material sampah LDPE yang dipadukan dengan melamin dan pasir serta pengisi serbuk karet sebesar 5% massa total menunjukkan nilai kekerasan sebesar 46 Shore D. Kemudian secara berturut-turut material komposit dengan sampah LDPE yang dipadukan dengan melamin dan pasir dan pengisi serbuk karet sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, 30% memiliki nilai kekerasan 36.33 Shore D, 34 Shore D, 35.33 Shore D, 33.67 Shore D dan 33.33.

**Tabel 4.6** Nilai kekerasan komposit L/MP/K pada variasi komposisi *filler* serbuk karet

No.	Filler karet wt%	Hardness Shore D
1	0%	50.33
2	5%	46.00
3	10%	36.33
4	15%	34.00
5	20%	35.33
6	25%	33.67
7	30%	33.33



Tabel 4.6 menunjukkan nilai kekerasan dari material komposit dengan *binder* termoplastik LDPE dan material pengisi berupa melamin, pasir dan serbuk karet. Dari hasil pengujian dengan adanya penambahan material pengisi serbuk karet dalam komposit mempengaruhi nilai kekuatan bending dari komposit tergantung dari banyaknya komposisi material pengisi serbuk karet pada komposit. Kekerasan paling besar didapatkan dengan komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 30 wt% pasir dan 0 wt% serbuk karet dengan nilai kekerasan 50.33 shore D. Sedangkan kekerasan paling kecil didapatkan dengan komposisi komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 0 wt% pasir dan 30 wt% serbuk karet dengan nilai kekerasan 33.33 shore D.



**Gambar 4.6** Pengaruh Pengisi Serbuk Karet terhadap kekerasan komposit L/MP/K

Pada gambar 4.6 terdapat kurva nilai kekerasan komposit L/MP/K. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa pencampuran material pengisi berupa serbuk

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**



karet dari ban bekas akan menurunkan nilai kekerasan dari komposit L/MP/K. Hal ini terjadi karena nilai kekerasan dari serbuk karet ban bekas lebih lunak dibandingkan dengan material pengisi dari pasir dan melamin sehingga terjadi penurunan nilai kekerasan pada tiap komposisi. (Brown, 1990).

#### 4.5 Uji Bending

Komposit pada penelitian ini juga membutuhkan pengujian mekanik termasuk bending guna mengetahui kemampuan mekanik komposit yang digunakan dalam penelitian ini sehingga dapat diaplikasikan pada material lantai bangunan.

Uji bending komposit ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Univeritas Airlangga Surabaya. Dari pengujian kekuatan lentur yang telah dilakukan, diperoleh hasil data sebagai berikut.

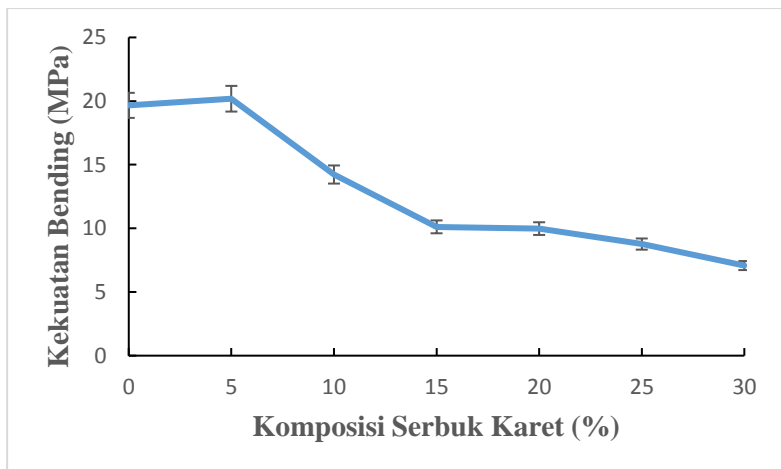
**Tabel 4.7** Hasil uji bending komposit L/MP/K pada variasi komposisi *filler* serbuk karet

No	Persentase Filler Karet (%)	Kekuatan Bending (Mpa)
1	0%	19.66
2	5%	20.18
3	10%	14.23
4	15%	10.11
5	20%	9.98
6	25%	8.77
7	30%	7.08

Tabel 4.7 menunjukkan nilai kekuatan bending dari material komposit dengan *binder* termoplastik LDPE dan material pengisi berupa melamin, pasir dan serbuk karet. Dari hasil pengujian dengan adanya penambahan material pengisi serbuk karet dalam



komposit mempengaruhi nilai kekuatan bending dari komposit tergantung dari banyaknya komposisi material pengisi serbuk karet pada komposit. Kekuatan bending paling besar didapatkan dengan komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 25 wt% pasir dan 5 wt% serbuk karet dengan nilai 18.37 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan bending paling kecil didapatkan dengan komposisi komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 0 wt% pasir dan 30 wt% serbuk dengan nilai 7.08 Mpa.



**Gambar 4.7** Pengaruh Serbuk Karet terhadap Kekuatan Bending Komposit L/MP/K

Gambar 4.7 menunjukkan nilai kekuatan bending material L/M/P/K dalam bentuk grafik. Gambar tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan material pengisi serbuk karet, material komposit L/M/P/K cenderung mengalami penurunan (Gupta, 2014) ini disebabkan bentuk dan ukuran dari serbuk karet, karena bentuk dari serbuk karet yang tak beraturan, kekuatan *interface* dari *binder* termoplastik LDPE menjadi lemah, selain bentuk yang tak beraturan karena karakteristik permukaan dari serbuk karet

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

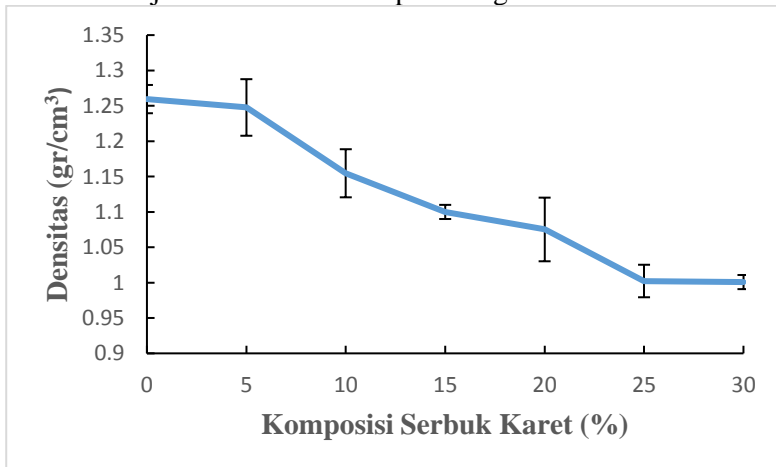


sendiri halus sehingga membuat *interface* yang terjadi makin memburuk.

Dari hasil uji bending ini maka dapat ditarik kesimpulan dari ke 7 komposisi hanya 2 komposisi yaitu, komposisi 0% dan komposisi 5% yang memenuhi SNI 03-1331-2001 tentang ubin yang menyatakan nilai kekuatan lentur minimum dari ubin yaitu  $200 \text{ kg/cm}^2$  atau setara dengan 19.6 MPa.

#### 4.6 Densitas

Analisa densitas atau massa jenis dilakukan untuk mengetahui nilai densitas dari komposit L/MP/K. Analisa densitas dilakukan menggunakan metode ASTM D-792 dengan media air. Pengujian densitas dilakukan dengan cara menghitung massa spesimen solid saat di udara terbuka lalu dimasukkan ke dalam cairan yang dalam pengujian kali ini beupa air, massa yang didapat dari pencelupan kemudian dijadikan acuan untuk perhitungan densitas.



**Gambar 4.8** Pengaruh Serbuk Karet terhadap Densitas Komposit L/MP/K



Gambar 4.8 menunjukkan massa jenis dari variasi komposisi komposit L/MP/K. Massa jenis dari komposit L/MP/K tanpa penambahan filler serbuk karet memiliki nilai densitas sebesar  $1.2595 \text{ g/cm}^3$ . Kemudian nilai densitas komposit L/MP/K dengan jumlah material pengisi sebesar 5% mengalami penurunan nilai densitas menjadi sebesar  $1,2476 \text{ g/cm}^3$ . Penurunan juga terjadi pada komposit L/MP/K dengan material pengisi sebanyak 10% dengan nilai densitas sebesar  $1.1546 \text{ g/cm}^3$ . Kemudian penurunan densitas kembali terjadi pada komposit L/MP/K dengan material pengisi sebanyak 15% dengan nilai densitas sebesar  $1.0999 \text{ g/cm}^3$ . penurunan densitas kembali terjadi pada komposit L/MP/K dengan material pengisi sebanyak 20% dengan nilai densitas sebesar  $1.0752 \text{ g/cm}^3$ . Penurunan nilai densitas kembali terjadi lagi pada komposit L/MP/K dengan material pengisi 25% dengan nilai densitas sebesar  $1.0023 \text{ g/cm}^3$ . komposit L/MP/K dengan material pengisi sebanyak 30% cenderung tidak mengalami perubahan yaitu sebesar  $1.0008 \text{ g/cm}^3$ .

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan komposisi material pengisi serbuk karet ban bekas ke dalam komposit L/MP/K akan menurunkan nilai massa jenis komposit tersebut. menurunnya nilai densitas dari komposit L/M/P/K seiring dengan pertambahan komposisi material pengisi serbuk karet dikarenakan rendahnya densitas dari serbuk karet itu sendiri yang berada di kisaran  $0,4-0,56 \text{ g/cm}^3$  (Peter J, 1992). Selain itu berdasarkan hasil SEM porositas tampak pada specimen dengan penambahan material pengisi serbuk karet dimana Peningkatan nilai porositas akan menyebabkan turunnya nilai densitas dari komposit tersebut. (Hanafi dkk 2016)

#### **4.7 Daya Serap Air**

Selain pengujian mekanik yang telah dilakukan dibutuhkan juga pegujian fisik. Salah satunya adalah pengujian daya serap air



untuk mengetahui kemampuan serap air dari spesimen-spesimen yang ada.

Analisa daya serap air dari komposit ini dilakukan dengan menggunakan metode sesuai ASTM D 570. Secara singkat prosedur pengujian ini dilakukan dengan meletakkan spesimen ke dalam wadah berisi air terdistilasi selama 24 jam, lalu setelah perendaman air yang menempel pada permukaan spesimen dikeringkan menggunakan kain kering, kemudian massa spesimen setelah direndam 24 jam ditimbang. Massa setelah perendaman kemudian dibandingkan dengan massa spesimen sebelum direndam untuk kemudian dilakukan perhitungan daya serap air.

**Tabel 4.8** Hasil daya serap air komposit L/MP/K pada variasi komposisi *filler* serbuk karet

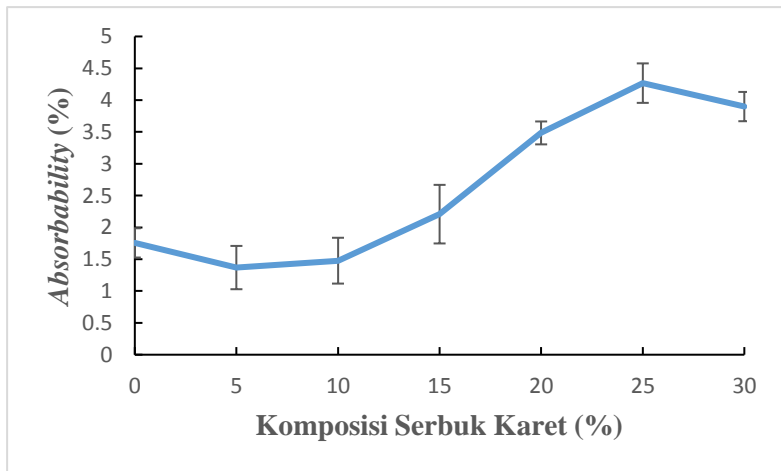
No	Persentase Filler Karet (%)	Absorbability (%)
1	0%	1.76
2	5%	1.37
3	10%	1.48
4	15%	2.21
5	20%	3.48
6	25%	4.27
7	30%	3.90

Tabel 4.8 menunjukkan nilai uji daya serap air dari material komposit dengan *binder* termoplastik LDPE dan material pengisi berupa melamin, pasir dan serbuk karet. Dari hasil pengujian dengan adanya penambahan material pengisi serbuk karet dalam komposit mempengaruhi nilai kekuatan bending dari komposit tergantung dari banyaknya komposisi material pengisi serbuk karet pada komposit daya serap air paling besar didapatkan dengan komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25





wt% melamin, 30 wt% pasir dan 0 wt% serbuk karet dengan nilai 4.27%. Sedangkan nilai daya serap air paling kecil didapatkan dengan komposisi komposisi 45 wt% termoplastik LDPE dan material pengisi 25 wt% melamin, 25 wt% pasir dan 5 wt% serbuk karet dengan nilai 1.37%



**Gambar 4.9** Pengaruh Serbuk Karet terhadap *water absorbability* Komposit L/MP/K

Gambar 4.9 menunjukkan nilai *absorbability* komposit L/MP/K yang disajikan dalam bentuk kurva. Secara garis besar, peningkatan komposisi material pengisi serbuk karet akan memperkecil nilai *absorbability* dari komposit L/MP/K. Hal ini terjadi karena adanya penambahan serbuk karet sebagai agregat halus akan meningkatkan jumlah *crack* dan *void* dalam komposit. Sebagaimana biasanya rasio *void* akan bertambah saat inklusi serbuk karet ditambahkan dalam campuran komposit yang akan menjadi jalur masuknya air ke dalam komposit (Ramana, 2017).

---

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN



. Namun apabila mengacu pada SNI 03-1331-2001 tentang ubin, maka komposit L/M/P/K dengan material pengisi sebanyak 0%-15% masih memenuhi standar dimana standar SNI 03-1331-2001 mencantumkan nilai minimum penyerapan air yang dibolehkan tidak melewati 3%.

#### 4.8 Uji *Flammability*

Selain pengujian mekanik dan fisis yang perlu juga dilakukan pengujian *flammability* untuk mengetahui sifat ketahanan api dari komposit LDPE/melamin/pasir/serbuk karet. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *burn rate* dari masing-masing komposisi komposit LDPE/melamin/pasir/serbuk karet. Analisa *flammeability* dari komposit ini dilakukan dengan menggunakan metode ASTM D 635.

**Tabel 4.9** Hasil uji *flammability* komposit L/MP/K pada variasi komposisi *filler* serbuk karet

No	Persentase Filler Karet ( % )	<i>Burn rate</i> (mm/min)	Deviasi
1	0%	Tidak terbakar	-
2	5%	Tidak terbakar	-
3	10%	23.71	1.67
4	15%	32.30	4.12
5	20%	17.42	2.81
6	25%	24.58	2.13
7	30%	20.26	2.46

Dari tabel 4.9 didapatkan penambahan material pengisi serbuk karet membuat komposit LDPE/melamin/pasir/serbuk karet menjadi mudah terbakar dan *burn rate* yang cenderung meningkat hingga komposisi tertentu. Karet ban merupakan material yang



mudah terbakar karena mengandung komposisi karbon, minyak, benzene, toluene, karet dan sulfur (Stanley, 1998). Sehingga penambahan serbuk karet ban bekas pada komposit LDPE/melamin/pasir/serbuk karet dapat menjadi indikasi bahwa material komposit menjadi tidak tahan api. Pada komposisi 0% dan 5% api tidak mengalami perambatan setelah dilakukan pembakaran namun, material komposit mengalami pelelehan pada pembakaran pada 8 dan 10 detik. Hal ini dikarenakan matriks yang digunakan merupakan limbah LDPE yang merupakan material yang tidak tahan terhadap panas melihat temperature lelehnya berkisar 130° C (Camacho,2001). Dari hasil uji *flammability* tersebut hanya material dengan komposisi 0% dan 5% yang tidak mengalami perambatan api setelah diuji *flammability* sehingga dapat dijadikan pertimbangan lebih lanjut untuk dapat diaplikasikan menjadi material lantai bangunan.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian pembuatan komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet ban bekas dengan variasi penambahan serbuk karet ban bekas dalam persen berat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sifat fisis dari komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet ban bekas mengalami penurunan pada nilai densitas dan mengalami kenaikan pada nilai daya serap air.
  - Komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet memiliki nilai densitas tertinggi pada komposisi serbuk karet 0% sebesar  $1.25 \text{ g/cm}^3$ .
  - Komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet memiliki nilai daya serap air tertinggi pada komposisi serbuk karet 25% sebesar 4.26%.
2. Sifat mekanik dari komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet ban bekas mengalami penurunan pada nilai kekuatan tarik, nilai kekerasan dan nilai kekuatan bending.
  - Komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet ban memiliki kekuatan kompresi tertinggi pada komposisi Serbuk Karet 0% dengan nilai sebesar 13.07 MPa .
  - Komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet ban memiliki kekerasan tertinggi pada komposisi Serbuk Karet 0% dengan nilai sebesar 50,33 Shore D.
  - Komposit LDPE/ melamin /pasir /serbuk karet ban memiliki kekuatan bending tertinggi pada komposisi Serbuk Karet 5% dengan nilai sebesar 20.18 MPa .
3. Dari hasil pengujian sifat fisis dan mekanik didapatkan bahwa dari ketujuh komposisi komposit LDPE/ melamin /pasir /Serbuk Karet Ban Bekas yang memenuhi standar untuk dijadikan sebagai ubin hanya komposisi dengan penambahan material pengisi serbuk karet yaitu 0% dan 5%.



## 5.2 Saran

Penelitian komposit LDPE/ melamin /pasir / serbuk karet ban bekas dengan variasi komposisi pengisi serbuk karet memiliki saran untuk penelitian berikutnya :

1. Menggunakan persentase massa dengan range yang lebih sempit untuk mengetahui komposisi terbaik.
2. Menghilangkan melamin sebagai variabel tetap untuk mengetahui sifat komposit LDPE / serbuk karet
3. Menambahkan *coupling agent* antara matriks dan bahan pengisi.
4. Menambahkan pengujian *thermal stability*, ketahanan gesek, dan ketahanan bahan kimia untuk menyelidiki kecocokan komposit untuk diaplikasikan di dunia nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D790. *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials*, Annual book of ASTM Standards, Vol.08.01, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA.
- ASTM E2809, *Standard Guide for Using Scanning Electron Microscopy/X Ray Spectrometry in Forensic Paint Examinations*, Annual book of ASTM Standards, Vol.08.01, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA..
- Bierley, A.W. et. al. 1988. *Plastic Materials Properties and Applications*. New York: Chapman and Hall Publishing.
- Brazel, C.S. dan Stephen L.B. 2012. *Fundamental Principles of Polymeric Materials Third Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Bujang B.K.Huat, 2004. *Application of Scrap Tires as Earth Reinforcement for Repair of Tropical Residual Soil Slope*. Malaysia : University Malaysia. Malaysia.
- Campbell, F.C. 2010. *Structural Composite Material*. USA: ASM International.
- Carl Thodesen, Khaldoun Shatanawi, and Sherji Amirkhanian. 2009. *Effect od Crumb Rubber Characteristics on Crumb Rubber Modified (CRM) Binder Viscosity*. Science Direct, Construction and Building Materials 23 (2009) 295303.
- Cowd, M.A. 1982. *Kimia Polimer, terjemahan oleh Harry Firman*. Bandung: Penerbit ITB.
- Exposure Research. 2009. *The Use of Recycled Tire Materials on Playgrounds & Artificial Turf Fields*. USA : Enviromental Protection Agency Green Purchasing Case Studies.
- Fowler, D. W. 1999. *Polymers in concrete: a vision for the 21st century*. Texas, USA: Elsevier.

- Gulmine, J.V. et. al. 2002. *Polyethylene characterization by FTIR*. Brazil: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento LACTEC.
- Gupta, Trilok. et. al. 2014. Assessment of mechanical and durability properties of concrete containing waste rubber tire as fine aggregate. Udaipur: India.
- Hanafi, dkk. 2016. *Studi Sifat Mekanik Komposit Isotropik Al/SiO<sub>2</sub> Hasil Fabrikasi dengan Metalurgi Serbuk*. Surabaya: Jurusan Fisika FMIPA UNESA.
- Heitzman, M.A. 1992. *State of Practice Design and Construction of Asphalt Paving Materials with Crumb Rubber Modifier*. Washington DC : Federal Highway Administration
- M. Li *et al.*, 2014. *Preparation and damping properties of (waste rubber powder) hindered phenol composites, J. Vinyl Add. Technol.* 20 (4) 225–229.
- Merritt, Frederick S.. 2000. *Building Design and Construction Handbook*. McGraw-Hill: New York
- Mokhtar, Munirah. 2007. *Characterization and Treatments of Pineapple Leaf Fibre Thermoplastic Composite for Construction Application*. Universiti Teknologi Malaysia: Johor baru, Malaysia.
- Nachtrieb, O.G. 2003. *Prinsip-prinsip Kimia Modern Jilid 2, terjemahan oleh S. Setiati, edisi ke empat*. Jakarta: Erlangga.
- Nayiroh, Nurul. 2013. *Klasifikasi Komposit – Metal Matrix Composite*. Teknologi Material Komposit: Indonesia.
- Nurminah, M. 2002. *Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas*. Medan: Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian USU.
- Purwaningrum, Pramiati 2016. *Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan*. Jakarta : Universitas Trisakti.



- Ramana P.V. dan Bisht, Kunal. 2017. *Evaluation of Mechanical and Durability Properties of Crumb Rubber Concrete*. India : Construction and Building Materials.
- Silva, Fabiana Maria Da. 2014. *Investigation On The Properties of Concrete Tactile Paving Blocks Made With Recycled Tire Rubber*. University of Campinas: Brazil
- Steven Manolis and Simon Hesp . 2001. *High Temperature Performance of Scrap Tire Rubber Modified Asphalt Concrete*. Ontario : Chemistry University
- Sulistijono. 2012. *Mekanika Material Komposit*. Surabaya: ITS Press.
- Surono, Untoro Budi. 2013. *Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak*. Yogyakarta: Universitas Janabadra.
- Sutapa, A.A. Gede (2011) *Porositas, kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan agregat kasar batu pecah pasca dibakar*. Denpasar: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15, No. 1, Januari 2011.
- Tan, Soo Jin. et. al. 2013. *Effect of PE-g-MAH as compatibilizer on properties of LDPE/NR/WHF composite*. Malaysia: Universiti Malaysia Perlis.
- Wypych, G. (2016). *Handbook of Polymer 2nd Edition*. Toronto, Canada: ChemTec Publishing.
- Zhang, H. (2010). *Building Materials in Civil Engineering*. Woodhead Publishing

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Density (Massa Jenis)

$$\rho = \frac{Massa}{Volume}$$

Keterangan:

Massa (gram)

Volume (cm<sup>3</sup>)

Komposisi (%)	M (gram)	V (cm <sup>3</sup> )	density (g/cm <sup>3</sup> )
0	134.53	106.81	1.259526
5	154.75	124.03	1.247682
10	148.51	128.62	1.154642
15	132.02	120.02	1.099983
20	116.38	108.24	1.075203
25	121.87	121.59	1.002303
30	110.92	110.83	1.000812

Nomor Spesimen 2 Komposisi 5% serbuk karet

Diketahui:

Massa : 154.75 gr

Volum : 124.03 cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{Massa}{Volume} \\ &= \frac{124.03 \text{ gr}}{124.03 \text{ cm}^3} \\ &= 1.247 \text{ gr/ cm}^3\end{aligned}$$

### *Absorbability*

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat basah

B = berat kering

komposisi	A	B	PA (%)
0	134.4	132.08	1.756511
5	157.72	155.59	1.368983
10	151.13	148.93	1.477204
15	118.96	116.39	2.208093
20	125.63	121.4	3.484349
25	115.1	110.39	4.266691
30	140.72	135.44	3.898405

Nomor Spesimen 4 Komposisi 15% serbuk karet

Diketahui:

Berat Basah : 118.96 gram

Berat Kering: 116.39 gram

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{118.96 - 116.36}{116.36} \times 100\% \\ &= \frac{2.6}{116.36} \times 100\% \\ &= 2.208 \%\end{aligned}$$

## Kuat Tekan

$$Kuat\ tekan = \frac{P}{L}$$

Keterangan:

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

Komposisi	Berat (gram)	Tekan (ton)	Tekan (kg)	Tekan (N)	Area (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	rata-rata tekan (Mpa)	Deviasi
0	a	143.1	3.4	3400	33320	2500	13.06666667	0.816013
	b	122.7	3.5	3500	34300	2500		
	c	122.1	3.1	3100	30380	2500		
5	a	135.2	2.9	2900	28420	2500	10.84533333	0.59879
	b	150.2	2.8	2800	27440	2500		
	c	144.6	2.6	2600	25480	2500		
10	a	144.2	1.6	1600	15680	2500	7.056	0.784
	b	145.8	2	2000	19600	2500		
	c	143.3	1.8	1800	17640	2500		
15	a	141.4	2.3	2300	22540	2500	8.101333333	1.260104
	b	146.8	2.2	2200	21560	2500		
	c	144.3	1.7	1700	16660	2500		
20	a	130.4	2.4	2400	23520	2500	7.578666667	1.632026
	b	126.2	1.8	1800	17640	2500		
	c	128.8	1.6	1600	15680	2500		
25	a	107.4	1.3	1300	12740	2500	4.050666667	0.986512
	b	121	0.8	800	7840	2500		
	c	110.1	1	1000	9800	2500		
30	a	121.3	1.1	1100	10780	2500	3.397333333	0.986512
	b	105.7	0.9	900	8820	2500		
	c	110.4	0.6	600	5880	2500		

Nomor Spesimen 1a Komposisi 0% serbuk karet Diketahui:

Beban tekan : 17640 N

Luas bidang tekan : 2500 mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 Kuat\ tekan &= \frac{P}{L} \\
 &= \frac{33320\ N}{2500\ mm^2} \\
 &= 13.328\ MPa
 \end{aligned}$$

## Uji Bending

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan :

$\sigma_f$  = Kekuatan Lentur (MPa)

L = Support span (mm)

P = Beban patah (N)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

Komposisi	Beban		tebal	Flexural stress	Rata-rata	Deviasi
	kgf	N	mm	Mpa	Mpa	
0	19.45	190.61	11	18.90347107	19.66159	0.661134
	20.7	202.86	11	20.11834711		
	19.8	194.04	10.8	19.96296296		
5	18.25	178.85	10.4	19.84282544	20.18323	0.686661
	19.29	189.042	10.4	20.97359467		
	16.78	164.444	10	19.73328		
10	15.3	149.94	10.4	16.63535503	14.23064	2.157219
	12.5	122.5	10.4	13.59097633		
	10.6	103.88	10	12.4656		
15	10.55	103.39	11	10.25355372	10.11942	0.166674
	10.85	106.33	11.2	10.171875		
	10.22	100.156	11	9.932826446		
20	11.1	108.78	11	10.78809917	9.981117	0.775339
	8.5	83.3	10.4	9.241863905		
	10.2	99.96	11	9.91338843		
25	10.4	101.92	11	10.1077686	8.766954	1.215617
	8.55	83.79	11.4	7.736842105		
	9.02	88.396	11.2	8.45625		
30	5.9	57.82	10.8	5.948559671	7.077667	0.977837
	7.3	71.54	10.6	7.640441438		
	6.5	63.7	10	7.644		

Nomor Spesimen 2C Komposisi 5% serbuk karet:

Diketahui:

Support span = 120 mm

Beban patah = 164.44 N

Lebar spesimen = 15 mm

Tebal spesimen = 10.8 mm

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2}$$

$$= \frac{3 \times 164.44 \times 120}{2 \times 15 \times 10.8^2}$$

$$\sigma_f = 19.73 \text{ MPa}$$

### Kekerasan

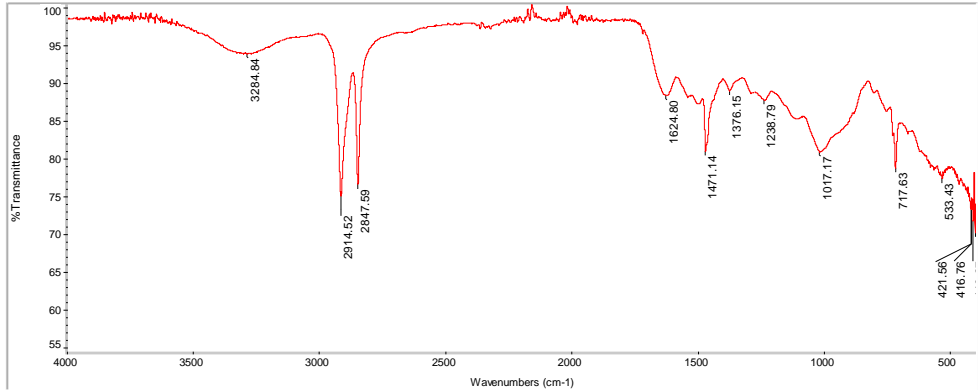
komposisi	Kekerasan (shore D)			RATA-RATA	Deviasi
	titik 1	titik 2	titik 3		
0	45	50	56	50.33333333	5.507571
5	50	45	43	46	3.605551
10	38	40	31	36.33333333	4.725816
15	32	34	36	34	2
20	38	32	36	35.33333333	3.05505
25	32	38	31	33.66666667	3.785939
30	30	34	36	33.33333333	3.05505

# FTIR

komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 30 wt% pasir dan 0 wt%

Title: Tanpa Karet Komposisi 1

Wed May 16 08:10:16 2018 (GMT+07:00)



Collection time: Wed May 16 08:09:08 2018 (GMT+07:00)

Wed May 16 08:10:04 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Position:	Intensity:
401.96	70.033
410.37	71.574
416.76	73.129
421.56	73.433
533.43	77.229
717.63	78.609
1017.17	80.770
1238.79	87.651
1376.15	88.878
1471.14	80.834
1624.80	88.241
2847.59	76.480
2914.52	74.974
3284.84	93.715

Spectrum:

Region:

Search type:

Index
95
17868
625
1
31
17906
604
1355
35
768

Tanpa Karet Komposisi 1

3495.26-455.13

Correlation

Match
85.03
82.84
82.83
80.45
76.86
76.32
eight
76.31
76.20
75.86
75.55

Compound name
POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
Polyethylene, low density
polyethylene
TRIACONTANE, 99%
Triacontane, 99%
Polyethylene, oxidized, high molecular w
eight
oxidized polyethylene
Octadecanoic acid; Stearic acid
Hexatriacontane, 38%
NATURAL VEGETABLE WAX FROM MEXICAN SHRUE

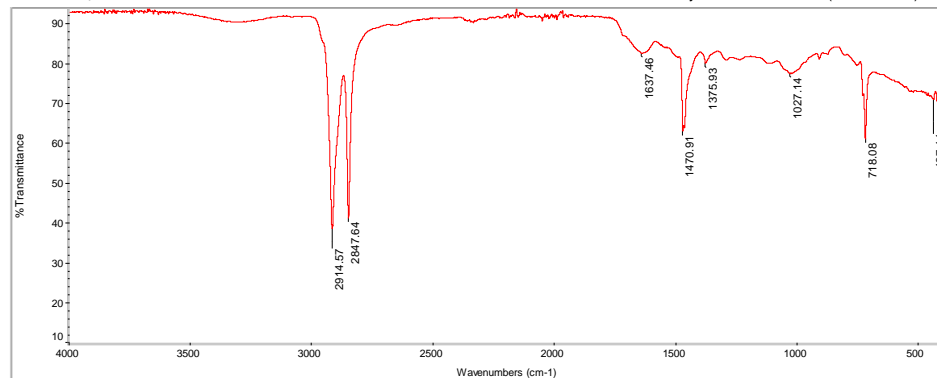
Library
Aldrich Condensed Phase Sample Library
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Nicolet Sampler Library
Aldrich Condensed Phase Sample Library
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Nicolet Sampler Library
HR Hummel Polymer and Additives
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Nicolet Sampler Library



# komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 10 wt% pasir dan 20 wt% serbuk karet

Title: Komposisi 5

Wed May 16 08:16:43 2018 (GMT+07:00)



Collection time: Wed May 16 08:14:33 2018 (GMT+07:00)

Wed May 16 08:16:31 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Komposisi 5  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 87.453  
 Sensitivity: 50  
 Peak list:

Position:	Intensity:	Hit List:
416.90	68.977	1
437.44	70.651	17905
718.08	60.831	
1027.14	77.285	31
1375.93	79.825	33
1470.91	62.777	3161
1637.46	82.308	
2847.64	40.955	
2914.57	38.293	

Spectrum:

Region: Komposisi 5

Search type: 3495.26-455.13

Hit List:

Match	Compound name
89.67	Polyethylene, low density
89.66	polyethylene
89.64	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
84.69	Octadecanoic acid; Stearic acid
84.45	TRIACONTANE, 99%
82.62	Polyethylene, oxidized, low molecular we
	ign
81.80	Triacotane, 99%
81.28	Hexatriacontane, 98%
81.12	Trtriacontane, 98%
80.84	16-Hydroxyhexadecanoic acid, 98%

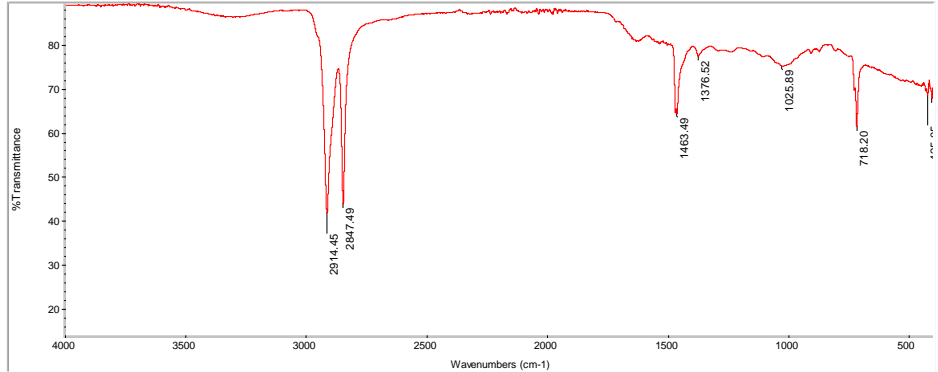
Library

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II  
 HR Nicolet Sampler Library  
 Aldrich Condensed Phase Sample Library  
 HR Hummel Polymer and Additives  
 Aldrich Condensed Phase Sample Library  
 HR Aldrich FT-IR Collection Edition II  
 HR Aldrich FT-IR Collection Edition II  
 HR Aldrich FT-IR Collection Edition II  
 HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

# komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 0 wt% pasir dan 30 wt% serbuk karet

Title: Tanpa Pasir Komposisi 7

Wed May 16 08:04:28 2018 (GMT+07:00)



Collection time: Wed May 16 08:02:48 2018 (GMT+07:00)

Spectrum: Tanpa Pasir Komposisi 7

Wed May 16 08:03:42 2018 (GMT+07:00)

Region: 3495.26-455.13

FIND PEAKS:

Search type:

Correlation

Spectrum: Tanpa Pasir Komposisi 7

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 81.197

Sensitivity: 50

Peak list:

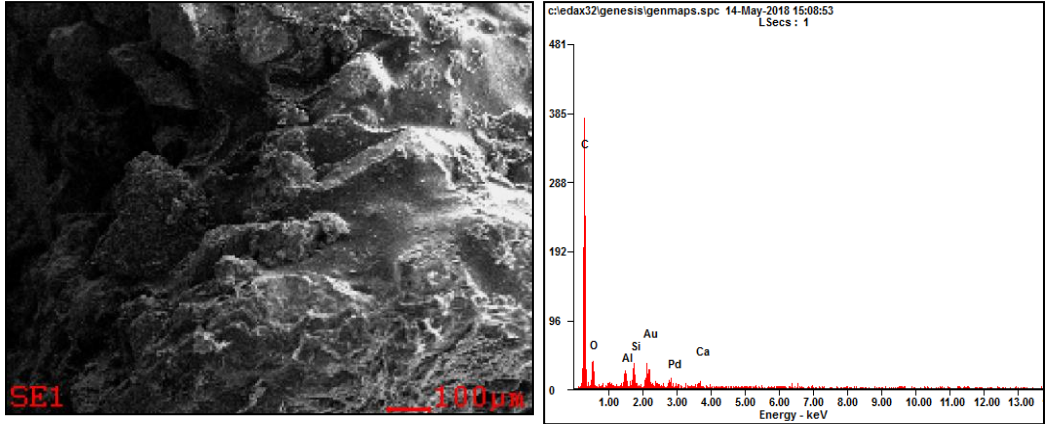
Position:	Intensity:	Index:
407.17	67.594	1355
425.05	68.473	17905
718.20	61.197	31
1025.89	75.052	33
1376.52	77.269	35
1463.49	64.289	33
2847.49	43.637	768
2914.45	41.504	95

Hit List:

Match	Compound name	Library
89.76	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY	Aldrich Condensed Phase Sample Library
89.71	Polyethylene, low density	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
89.71	polyethylene	HR Nicolet Sampler Library
84.50	TRIACONTANE, 99%	Aldrich Condensed Phase Sample Library
84.18	Octadecanoic acid, Stearic acid	HR Hummel Polymer and Additives
82.10	Polyethylene, oxidized, low molecular we	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
81.97	Triacontane, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
81.33	Hexatriacontane, 98%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
80.97	Trtriacontane, 98%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
80.87	NATURAL VEGETABLE WAX FROM MEXICAN SHRUE	HR Nicolet Sampler Library

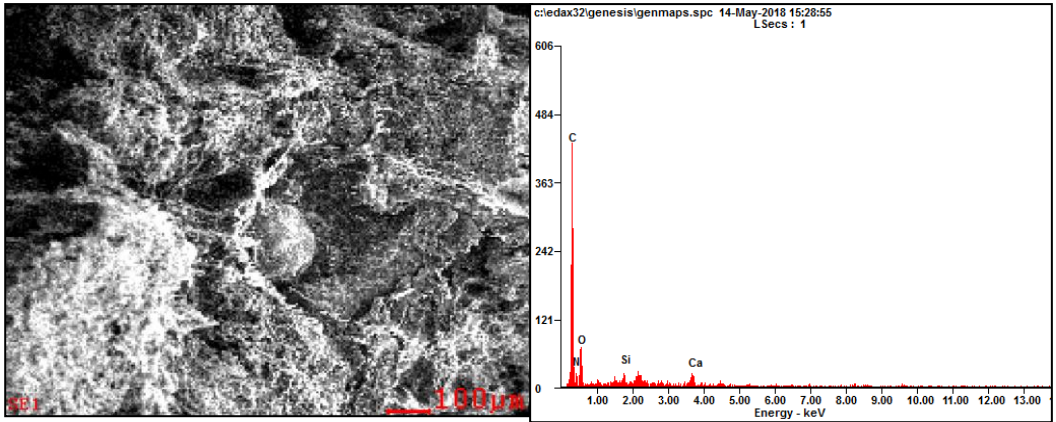
## EDAX

komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 30 wt% pasir  
dan 0 wt%



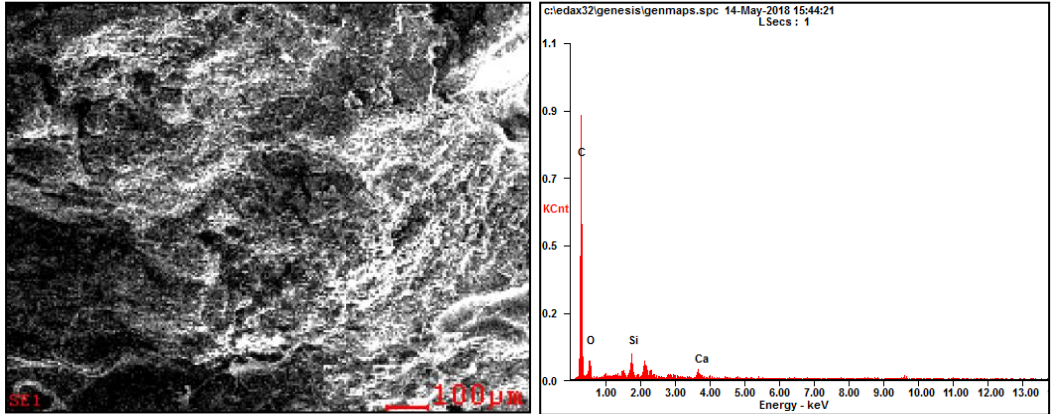
<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
<i>CK</i>	68.52	76.41
<i>OK</i>	24.63	20.62
<i>SiK</i>	04.77	02.28
<i>CaK</i>	02.08	00.69
<i>Matrix</i>	Correction	ZAF

**komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 10 wt% pasir dan 20 wt%**



<b>Element</b>	<b>Wt%</b>	<b>At%</b>
<b>CK</b>	48.44	56.20
<b>NK</b>	15.99	15.90
<b>OK</b>	29.10	25.35
<b>SiK</b>	02.01	01.00
<b>CaK</b>	04.47	01.55
<b>Matrix</b>	Correction	ZAF

**komposisi 45 wt% LDPE, 25 wt% melamin, 0 wt% pasir dan 30 wt% serbuk karet**



<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
<i>CK</i>	69.25	77.44
<i>OK</i>	22.97	19.28
<i>SiK</i>	04.66	02.23
<i>CaK</i>	03.12	01.04
<i>Matrix</i>	Correction	ZAF

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Adityo Tri Saputra, atau yang biasa dipanggil Tiyo lahir di Bekasi pada tanggal 19 September 1996. Anak Bungsu dari tiga bersaudara ini menempuh Pendidikan di SDN Pengasinan II Bekasi. Dilanjutkan ke SMPN 33 Bekasi. Kemudian jenjang atas di SMAN 13 Bekasi. Dan melanjutkan Pendidikan tinggi di Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama penulis menempuh perkuliahan, penulis juga aktif di berbagai kegiatan dan tercatat menjadi pengurus beberapa organisasi mahasiswa di ITS. Diantaranya BEM ITS dan HMMT FTI-ITS. Selain itu penulis juga pernah berpartisipasi dalam acara pengabdian ke daerah plosok yang diadakan BEM ITS sebagai panitia yaitu ITS Mengajar For Indonesia pada tahun 2016 di desa Tanggulangin, Tuban. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT. Komatsu Remanufacturing Asia, Balikpapan. Selama 1 bulan pada bulan Juli-Agustus tahun 2017. Topik tugas akhir yang diambil penulis adalah pada bidang material inovatif dengan judul “Studi Pengaruh Penambahan *Filler* Limbah Ban Karet Bekas terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Berbasis Sampah LDPE/Melamin/Pasir Untuk Aplikasi Material Lantai Bangunan”.