



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TL184834**

**STUDI PENGARUH VARIASI KOMPOSISI FILLER  
POLYPROPYLENE (PP) YANG DIPERKUAT  
OLEH WOVEN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT  
FISIS DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT UNTUK  
APLIKASI PAPAN PARTIKEL SEMEN**

**AZHARUDDIN FAUZI**  
02511540000107

**Dosen Pembimbing**  
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D  
Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**





TUGAS AKHIR - TL 184834

**STUDI PENGARUH VARIASI KOMPOSISI FILLER  
POLYPROPYLENE (PP) YANG DIPERKUAT OLEH  
WOVEN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT FISIS DAN  
SIFAT MEKANIK KOMPOSIT UNTUK APLIKASI  
PAPAN PARTIKEL SEMEN**

**AZHARUDDIN FAUZI  
NRP. 02511540000107**

Dosen Pembimbing  
**Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D**  
**Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



FINAL PROJECT - TL 184834

**RESEARCH THE VARIATION EFFECT FILLER  
ADDITION POLYPROPYLENE (PP) WITH  
WOVEN FIBERGLASS REINFORCED ON THE  
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES  
FOR APPLICATION CEMENT BOARD PARTICLES  
COMPOSITE**

**AZHARUDDIN FAUZI  
NRP. 02511540000107**

Advisor

**Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D  
Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D**

**DEPARTMENT OF MATERIAL ENGINEERING  
FACULTIES OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**

*(This Page is Intentionally Blanked)*

**STUDI PENGARUH VARIASI KOMPOSISI FILLER  
POLYPROPYLENE (PP) YANG DIPERKUAT OLEH  
WOVEN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT FISIS DAN  
SIFAT MEKANIK KOMPOSIT UNTUK APLIKASI  
PAPAN PARTIKEL SEMEN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik

pada

Bidang Material Inovatif

Program Studi S-1 Departemen Teknik Material

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**AZHARUDDIN FAUZI**

NRP 02511540000107

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D..... (Pembimbing I)
2. Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D..... (Pembimbing II)



*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



**STUDI PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FILLER*  
*POLYPROPYLENE* (PP) YANG DIPERKUAT OLEH  
*WOVEN FIBERGLASS* TERHADAP SIFAT FISIS DAN  
SIFAT MEKANIK KOMPOSIT UNTUK APLIKASI PAPAN  
PARTIKEL SEMEN**

**Nama** : Azharuddin Fauzi  
**NRP** : 02511540000107  
**Departemen** : Departemen Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D  
Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D

**Abstrak**

*Sampah plastik merupakan permasalahan yang cukup serius karena memiliki sifat non-biodegradable yang apabila menumpuk dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Sampah plastik menimbulkan masalah karena sangat sulit diuraikan oleh mikroorganisme yang menyebabkan mineral di dalam tanah semakin berkurang. Jenis sampah plastik yang cukup banyak dipakai adalah PP (Polypropylene) yang banyak dipakai sebagai bungkus makanan, bungkus pakaian, barang-barang elektronik dan masih banyak lagi. Limbah lainnya seperti bata ringan. Bata ringan memiliki unsur kalsium yang memiliki kemampuan mempercepat proses pengikatan apabila ditambahkan air. Solusi untuk mengurangi limbah sampah yang menumpuk adalah dengan membuat papan partikel semen yang diperkuat oleh plastik PP (Polypropylene). Melimpahnya limbah plastik PP dan bata ringan dapat dimanfaatkan untuk dijadikan produk yang memiliki nilai ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi limbah plastik PP yang diperkuat oleh woven fiberglass terhadap sifat mekanik dan sifat fisis, yang diharapkan dapat diaplikasikan sebagai papan partikel semen. Pengujian yang dilakukan adalah Pengujian yang akan dilakukan meliputi*

*Mikroskop optik. Untuk pengujian kuat beban lentur menggunakan standar ASTM C293. Pengujian kompresi dengan menggunakan standar yang digunakan adalah ASTM C270. Pengujian penyerapan air dengan standar ASTM C1403, dan pengujian densitas dengan standar C642. Hasil pengujian diketahui bahwa Penambahan PP dan woven fiberglass memberikan sifat mekanik dan sifat fisis yang baik. Komposit dengan penambahan 0,75% PP dan 0,28% woven fiberglass memiliki kekuatan sebesar 98,302 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat tekan sebesar 20,667 Mpa Hasil pengujian mekanik telah memenuhi standar ISO 8335 1987.*

***Kata kunci : Sampah Plastik, Polypropylene, Woven Fiberglass, Komposit, Papan Partikel***

**RESEARCH OF THE EFFECT VARIATION OF  
POLYPROPYLENE (PP) WITH WOVEN FIBERGLASS  
REINFORCED FOR PHYSICAL AND MECHANICAL  
PROPERTIES TO APPLICATION CEMENT BOARD  
PARTICLES COMPOSITE**

**Student Name : Azharuddin Fauzi**  
**NRP : 02511540000107**  
**Department : Departemen Teknik Material**  
**Advisor : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D**  
**Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D**

**Abstract**

*Plastic waste is quite serious problems because of the nature of non-biodegradable which accumulates can cause damage to the environment. Plastic waste pose a problem because the sanat difficult outlined by the microorganisms that cause the minerals in the soil on the wane. Types of plastic waste which is quite widely used are PP (Polypropylene) are widely used as food wrap, wrap your clothes, electronic goods and much more . Other wastes such as lightweight bricks. Light bricks have elements of calcium binding process has the ability when added to water. Solutions to reduce waste that builds up is to make particle board of cement reinforced by plastic PP (Polypropylene). The abundance of waste plastic PP and lightweight brick can be used for products that have economic value. This research aims to analyze the effect of variations in the composition of the plastic waste PP reinforced by fiberglass woven against the mechanical properties and physical properties, which is expected to be applied as a cement particle board. Testing done is Testing to be performed include the Optical Microscope. Flexural strength for testing using standard ASTM C293. Testing compression by using the standard used is ASTM C270. Water absorption test with standard , and testing the density with the*

*standard C1403 . The test results were known that the addition of PP and woven fiberglass give the mechanical properties and physical properties. Composites with addition of 0.75% and 0.28% PP woven fiberglass has the strength of 98.302 kg/cm<sup>2</sup> and a compressive test results of 20.667 MPa meets ISO 8335 1987 standards.*

***Keywords : Plastic Waste, Polypropylene, Woven Fiberglass, Composite, Particle Board***

## KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala atas segala rahmat dan pertolongan-Nya yang telah memberikan penulis kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul **“Studi Pengaruh Variasi Komposisi Filler Polypropylene (PP) yang Diperkuat Oleh Woven Fiberglass Terhadap Sifat Fisis dan Sifat Mekanik Komposit Untuk Aplikasi Papan Partikel Semen.”** untuk melengkapi kewajiban penulis dalam Mata Kuliah Tugas Akhir yang menjadi salah satu syarat kelulusan mahasiswa Departemen Teknik Material, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah Subhanahu Wata'ala, atas Rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Dr. Agung Purniawan, S.T, M.Eng., selaku ketua Departemen Teknik Material FTI-ITS.
3. Vania Mitha Pratiwi, ST., MT. Selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberi nasehat selama perkuliahan di Departemen Teknik Material.
4. Sigit Tri Wicaksono, S.Si, M.Si, Ph.D dan Mas Irfan P. Hidayat, ST., MSc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan motivasi untuk penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan proposal Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan di dalamnya. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang keilmuan Teknik Material.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Komposit.....	5
2.2 Semen Mortar .....	10
2.3 Plastik.....	13
2.4 Fiberglass .....	15
2.5 Papan Partikel .....	19
2.6 Rule of Mixture .....	27
2.7 Penelitian Sebelumnya .....	28

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	31
3.2 Metode Penelitian.....	32
3.3 Variabel.....	37
3.4 Prosedur Penelitian.....	37

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil pengujian Mekanik.....	45
4.2 Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	52
4.3 Hasil Pengujian Sifat Fisis .....	54

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

### **BIODATA PENULIS**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Klasifikasi Komposit Berdasarkan Penguat.....	8
<b>Gambar 2. 2</b>	Kode recycle plastik .....	13
<b>Gambar 2. 3</b>	Struktur polypropylene.....	15
<b>Gambar 2. 4</b>	Bentuk fiberglass a.) Serat gelas roving, b.) Serat gelas yarn, c.) Serat gelas chopped strand, d.) Serat gelas reinforcing mat, e.) Serat gelas woven roving, f.) Serat gelas woven fabric. ....	16
<b>Gambar 2. 5</b>	Proses pembuatan serat kaca.. .....	17
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	32
<b>Gambar 3. 2</b>	Shieving .....	34
<b>Gambar 3. 3</b>	a)Cetakan Kuat Lentur, b) Cetakan Kuat Tekan ....	34
<b>Gambar 3. 4</b>	Mikroskop Optik USB Portable.....	35
<b>Gambar 3. 5</b>	Mesin Uji Kuat Tekan .....	36
<b>Gambar 3. 6</b>	Mesin Kuat Lentur.....	36
<b>Gambar 3. 7</b>	Cara Kerja Mikroskop Optik .....	40
<b>Gambar 3. 8</b>	Cara Pengujian Kuat Lentur .....	41
<b>Gambar 4. 1</b>	Hasil Pengujian Kuat Lentur .....	46
<b>Gambar 4. 2</b>	Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	50
<b>Gambar 4. 3</b>	Hasil Pengamatan Mikroskop Optik dengan Komposisi 0,75 phr PP dan 0,28 phr Woven Fiberglass a.) Woven Fiberglass, b) Porositas/Void dan c) Plastik PP.....	52
<b>Gambar 4. 4</b>	Hasil Pengujian Absorpsi Air .....	55
<b>Gambar 4. 5</b>	Hasil Pengujian Densitas Komposit Papan Partikel Semen.....	57

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b>	Persyaratan Mortar .....	12
<b>Tabel 2. 2</b>	Sifat polypropylene .....	15
<b>Tabel 2. 3</b>	Sifat Serat Kaca Komersil .....	18
<b>Tabel 2. 4</b>	Komposisi Serat Kaca Komersil .....	19
<b>Tabel 2. 5</b>	Toleransi Tebal Papan Partikel .....	20
<b>Tabel 2. 6</b>	Kekuatan Lentur Minimum Papan Partikel .....	21
<b>Tabel 2. 7</b>	Komparasi Standar pada Sifat Papan Semen .....	22
<b>Tabel 3. 1</b>	Variabel Penelitian .....	37
<b>Tabel 4. 1</b>	Hasil Pengujian Kuat Lentur .....	45
<b>Tabel 4. 2</b>	Hasil Uji Kuat Tekan.....	49
<b>Tabel 4. 3</b>	Hasil Pengujian Absorpsi Air.....	54
<b>Tabel 4. 4</b>	Hasil Pengujian Densitas.....	56

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semen berperan penting dalam pembangunan di bidang konstruksi karena memiliki sifat hidrolis. Hidrolis adalah apabila suatu bahan dicampur dengan air dalam takaran tertentu, akan mengikat bahan-bahan seperti agregat kasar, agregat halus dan penguat (*reinforcement*). Menjadikan satu kesatuan massa yang dapat memadat dan mengeras serta tidak larut. Secara definisi, semen adalah bahan perekat yang dapat merekatkan bagian-bagian benda, dua atau lebih benda sehingga menjadi bentuk yang kuat dan keras (Firdaus, 2007). Sementara mortar adalah semen PCC (*Portland Cement Composite*), pasir dan admixture. Mortar digunakan sebagai pengerjaan konstruksi non struktural seperti plesteran dinding. Sifat mortar berbeda daripada semen, karena mortar memiliki densitas yang lebih kecil agar dapat mempermudah proses pengacian. Selain itu mortar memiliki sifat yang lebih lengket karena memiliki sifat *adhesive* atau disebut juga perekat. Mortar harus dapat menahan beban yang bekerja pada mortar tersebut. Jika penyerapan air pada mortar terlalu besar dan cepat, maka akan mengering dengan cepat serta menghilangkan kemampuan *adhesive* (Simanullang, 2014).

Selama proses produksi 1,5 ton mortar, akan dihasilkan sekitar 1 ton CO<sub>2</sub> yang dilepas ke lingkungan selama proses produksi yang akan berakibat mempercepat proses pemanasan global (Muliadi, 2017). Agar mengurangi emisi CO<sub>2</sub> maka dibuatlah komposit dengan penggunaan limbah yang terbarukan maupun tidak. Hal yang dipertimbangkan adalah mengurangi biaya pembuatan dan meminimalisir limbah, baik organik maupun anorganik. *Filler* organik seperti serbuk kayu dapat mengurangi penumpukan sampah organik (F. P. La Mantia, M. Morreale, Z. A Mohd Ishak, 2004).

Plastik merupakan jenis limbah yang menyebabkan kerusakan lingkungan. Penggunaan plastik di dunia diperkirakan

sudah mencapai 335 juta ton/tahun. Sebagian limbah plastik berasal dari limbah rumah tangga seperti bungkus makanan, botol plastik, kantong plastik maupun peralatan rumah tangga yang telah rusak maupun barang elektronik.

Berdasarkan data Plastic Euro 2017, ada berbagai jenis plastik yang digunakan adalah sebagai berikut : PS (*Polystryrene*) sebesar 6,7 % , PET (*Polyetylene Terephthalate*) Sebesar 7,4 % , PVC (*Poly Vinyl Chloride*) sebesar 10%, PE (*Polyethylene*) sebesar 17,5%, HDPE (*High Density Polyethylene*) sebesar 12,3 % . PP (*Polypropylene*) sebesar 19,3% dan Lainnya seperti ABS (*Acrylonitrile butadiene styrene*), PBT (*Polybutylene terephthalate*) , PC (*Polycarbonate*), PTFE (*Polytetrafluoroethylene*) dan jenis lainnya sebesar 19,3% (Plastic Euro, 2017). Salah satu jenis limbah plastik adalah PP (*Polypropylene*). Plastik PP banyak digunakan sebagai pembungkus pakaian, komponen otomotif, karung, gelas plastik dan masih banyak lagi, karena PP merupakan polimer thermoplastik dengan sifat kuat, transparan, memiliki sifat terhadap air dan oksigen yang tinggi, serta memiliki titik leleh yang tinggi, sekitar 165°C (Pudjiastuti, 2012).

Selain itu adapun limbah yang ditemui saat pembangunan gedung, yaitu bata ringan. Bata ringan merupakan perpaduan yang terdiri dari zat penyusun seperti SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>(H<sub>2</sub>O). Dimana terdapat unsur kalsium yang memiliki kemampuan mempercepat proses pengikatan apabila ditambahkan air. Dengan sifat-sifat yang memiliki kelebihan tersebut, maka salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mendaur ulangnya dan menjadikan limbah tersebut menjadi produk yang baru dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Mendaur ulang limbah sangatlah penting karena dapat mengurangi jumlah limbah dan menambah nilai ekonomis (Gustin, 2017).

Dari latar belakang tersebut, dilakukan penelitian dengan rekayasa pemanfaatan limbah *Polypropylene*, dan limbah bata ringan dengan binder semen mortar yang diaplikasikan kedalam komposit papan partikel. Dengan variasi yang tepat serta memiliki

sifat mekanik dan sifat fisis yang baik.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh serat berbahan dasar plastik PP berpenguat woven fiberglass terhadap sifat mekanik untuk aplikasi papan partikel?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi berbahan dasar plastik PP berpenguat woven fiberglass terhadap sifat fisis untuk aplikasi papan partikel?
3. Komposit dengan variasi komposisi manakah yang memenuhi kriteria untuk papan partikel?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Pengotor dalam campuran, semen, serat PP, dan woven fiberglass dapat diabaikan.
2. Kelembaban udara dan temperatur lingkungan dianggap tidak berpengaruh.
3. Proses pengadukan bahan dianggap telah homogen.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi komposisi pengikat berbahan semen dengan plastik PP terhadap sifat mekanik komposit berpenguat woven fiberglass untuk aplikasi papan partikel.
2. Menganalisis pengaruh variasi komposisi pengikat berbahan semen dengan plastik PP terhadap sifat fisis komposit berpenguat woven fiberglass untuk aplikasi papan partikel semen.
3. Mendapatkan komposit yang memenuhi standar dalam aplikasi komposit papan partikel semen dengan variasi komposisi matriks dan filler agar dapat diaplikasikan kedalam papan partikel.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan penggunaan limbah plastik PP dan woven *fiberglass* sebagai *filler* dalam komposit.
2. Membuat komposit yang dapat meningkatkan kekuatan papan partikel semen dengan variasi PP, dan woven *fiberglass*.
3. Membuat papan partikel yang dapat memenuhi kriteria bahan bangunan dengan menggunakan limbah PP, dan woven *fiberglass* agar dapat meningkatkan sifat fisik dari material tersebut.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Komposit**

Komposit merupakan perpaduan dari suatu material yang terdiri dari dua ataupun lebih, sehingga didapatkan sifat-sifat perpaduan dari jenis material tersebut agar sifatnya lebih baik. Keunggulan komposit yang lain adalah kekuatan, dan kekakuan yang tinggi tetapi memiliki densitas yang lebih rendah, sehingga dapat menurangi berat keseluruhan dari komposit tersebut. Selain itu terdapat keunggulan lain dari komposit, yaitu mampu mengurangi *fatigue*, ketahanan korosi yang lebih baik, pembuatan yang lebih mudah karena dapat dibentuk sesuai dengan desain produk, sehingga mengurangi biaya manufaktur dan menggunakan pengencang (*fasteners*) (Campbell, 2010).

Dewasa ini teknologi komposit semakin berkembang seiring perkembangan teknologi, semakin banyak komposit dengan menggunakan *fiber*, karena memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda dari pembentuknya. *Fiber* yang sering digunakan adalah *fiberglass*. *Fiberglass* paling banyak digunakan dalam komposit karena memiliki sifat *reinforcement* atau sebagai penguat. *Fiberglass* memiliki kelemahan yaitu mudah sekali retak dan pecah, karena *fiberglass* memiliki kekerasan permukaan yang terlalu tinggi, sehingga proses perambatan retak menjadi lebih cepat walaupun dengan sedikit cacat atau beban. Untuk menghindari retak awal atau cacat pada permukaan kaca tersebut, kaca dibuat menjadi benang yang sangat tipis dengan diameter sekitar 5-25  $\mu\text{m}$  (Suhdi, 2016).

##### **2.1.1 Komponen Penyusun**

Material penyusun komposit terdiri atas matriks dan *fiber*. Penggabungan material yang berbeda bertujuan untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat antara material penyusunnya yang tidak akan diperoleh apabila material penyusunnya berdiri sendiri. *Fiber* sangat berperan dalam memberikan kekuatan dan kekakuan komposit, namun aspek lain yang menjadi sumber

kekuatan komposit didapatkan dari matriks yang memberikan ketahanan pada temperatur tinggi, tegangan geser, dan mampu mendistribusikan beban dengan baik (Schwartz, 1981), material penyusun komposit dapat berupa *fibers*, *particles*, *laminates of layers*, *flakes filler* dan matriks.

### 2.1.1.1 Matriks

Komposit terdiri dari matriks dan *filler*. Matriks diartikan sebagai material pengikat antara serat atau partikel namun tidak terjadi reaksi kimia atau inert kimia dengan bahan pengisi (*filler*). Secara umum matriks berfungsi sebagai pengikat bahan pengisi, sebagai penahan dan peindung serat dari efek lingkungan akibat dari kerusakan mekanik maupun kerusakan akibat reaksi kimia, serta untuk mentransfer beban dari luar pengisi (Roziqin, et al., 2017).

Menurut Hull and Clyne (1996), komposit diklasifikasikan berdasarkan *filler* menjadi menjadi tiga yaitu:

1. *Ceramic matrix Composite* (CMC)

CMC adalah material komposit dua fasa dengan satu fasa sebagai matriks yang terbuat dari keramik. Keramik yang digunakan adalah oksida, karbida dan nitrit. Salah satu cara pembuatan CMC adalah pembentukan komposit dengan reaksioksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling filler.

2. *Metal Matrix Composite* (MMC)

Salah satu matriks komposit adalah MMC adalah komposit dengan matriks logam. Mulai tahun 1996 komposit dengan matriks MMC mulai dikembangkan untuk mengurangi berat, menurunkan biaya manufaktur dan menurunkan *cost production*.

3. *Polymer Matrix Composite* (PMC)

Komposit bermatriks polimer atau PMC merupakan komposit yang paling banyak digunakan karena sifatnya yang ringan, mudah dibentuk, tahan korosi dan masih banyak lagi. Terdapat dua jenis polimer, yaitu termoplastik dan termoset.

Termoplastik adalah polimer yang dibentuk melalui pelunakan ketika melewati temperatur transisi kaca ( $T_g$ ) dari polimer. Sedangkan termoset dibentuk dari pengerasan selama pembentukannya dan tidak melunak saat dipanaskan (Hull & Clyne, 1996)

### 2.1.1.2 Reinforcement

*Reinforcement* merupakan unsur utama dalam pengisi komposit yang memberi pengaruh besar terhadap karakterisasi komposit. *Filler* berfungsi sebagai penambah kekuatan dan kekakuan bahan. (Sunardi, 2013). Reinforced berupa serat maupun partikulat seperti serat *E-Glass*, boron, karbon. Serat juga dapat berasal dari alam seperti serat kenaf, jute, rami, ijuk dan masih banyak lagi (Gibson, 1994).

Selain itu dari pembuatannya, penguat dapat diklasifikasikan menjadi penguat berbentuk serat maupun partikulat. Klasifikasi dari jenis *filler* komposit berdasarkan jenis penyusunnya sebagai berikut:

#### 1. Penguat serat

Serat merupakan bahan pengisi matriks yang berfungsi memperbaiki sifat dan struktur yang tidak dimiliki oleh matriks. Sifat dari serat adalah kaku, getas, dan kuat. Karena fungsi serat sebagai penahan gaya, maka hal yang membuat serat menjadi lebih tahan terhadap gaya luar.

- a. Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks sangat baik dan kuat, sehingga tidak mudah terlepas dari matriksnya.
- b. Aspek Rasio yaitu perbandingan antara panjang serat dan lebar serat. Apabila panjang dan lebar serat cukup besar, maka luas kontak yang terlibat akan semakin luas dengan matriks, hal ini mengakibatkan cengkraman serat semakin kuat. Diharapkan dapat akan membentuk ikatan yang baik antara serat dan matriks.
- c. Serat memiliki densitas yang kecil, sehingga memiliki sifat mekanik yang spesifik (sifat mekanik persatuan

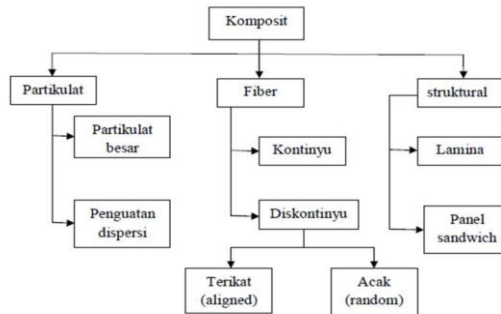
densitas) yang tinggi. Fleksibilitas serat yang kecil membuat proses manufaktur semakin mudah (Wessel, 2004).

## 2. Penguat Partikulat

Partikel yang digunakan dalam komposit sebagai penguat dapat berasal dari jenis alam maupun sintetik, seperti contohnya partikel aluminium, silikon karbida, kerikil maupun pasir. Partikel penguat di dalam komposit memiliki kelebihan yaitu mendapatkan sifat mekanik yang baik seperti meningkatkan kekuatan, menambahkan ketahanan terhadap temperatur, tahan terhadap oksidasi dan masih banyak lagi (Sumarauw, 2017).

### 2.1.2 Klasifikasi Komposit

Klasifikasi komposit dikelompokkan berdasarkan jenis *reinforcement*, dan jenis matriksnya. Berdasarkan jenis penguatnya, komposit terbagi menjadi tiga komposisi yaitu komposit partikulat, *fiber*, dan struktural. Klasifikasi komposit dipetakan pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



**Gambar 2. 1** Klasifikasi Komposit Berdasarkan Penguat  
(Callister, William D, Jr, 2007)

Berdasarkan klasifikasi material komposit dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan penyusunnya sebagai berikut:

1. Komposit Partikulat

Komposit yang memiliki *filler* atau pengisi yang berfungsi sebagai penguat yang berbentuk partikel berukuran kecil dan tidak kontinu seperti potongan whisker, serat dan platelet.

2. Komposit Serat

Komposit dengan diperkuat serat terdiri dari serat terdiri dari serat dengan modulus tanam atau terikat ke matriks dengan antarmuka yang berbeda diantaranya. Di dalam bentuk ini, baik filler maupun matriks tidak mengalami perubahan identitas kimia dan sifat fisiknya, tetapi menghasilkan perpaduan sifat yang tidak bisa dicapai dari salah satu konstituen yang bertindak sendiri. (Malick, 2007).

3. Komposit *Hybrid*

Komposit *hybrid* adalah komposit hasil dari hibridasi dua bahan maupun lebih jenis bahan yang berbeda untuk meningkatkan sifat mekanis maupun sifat kimia dari komposit dengan memperbaiki kekurangan dari bahan yang lain. (Fajar Subekti, Mochamad Arif Irfa'I, 2018).

### 2.1.3 Komposit Semen

Komposit semen adalah komposit yang memakai matriks sebagai pengisinya dengan memadukan seperti metal, *polypropylene*, *fiberglass*, maupun serat yang mengandung sellulosa yang telah digunakan selama hampir 30 tahun. Penggunaan serat untuk mengkarakterisasi produk semen dengan komposit berkekuatan tinggi dengan penambahan serat butiran halus yang sedikit dengan persentase kurang lebih 10% dari volume.

Alasan utama untuk penambahan serat pada campuran semen dan beton untuk memperbaiki sifat material. Berikut ini beberapa pengaruh penambahan serat sebagai berikut:

- Menambah kekuatan tarik dan kekuatan lentur
- Menambah kekuatan *impact*

- Mengontrol keretakan dan kegagalan dengan mempertahankan pada saat pra-retak.

Kinerja komposit dikendalikan dari kinerja volume serat, sifat fisik serat dan matriks. Nilai untuk kekuatan tarik serat yang renggang kemungkinan jarang melebihi 4 Mpa.

## 2.2 Semen Mortar

Semen mortar merupakan campuran yang terdiri dari campuran yang terdiri dari agregat halus, air, semen dan ditambahkan *admixture* dengan proporsi tertentu sebagai bahan perekat. Penerapan semen mortar lebih cenderung pada pekerjaan non-struktural seperti plesteran dinding, perekat pemasangan bata ringan, spesi pada pondasi batu kali, plesteran pada pemasangan keramik, batako, paving block, buis beton, roster dan lainnya. Dari fungsinya, mortar harus memiliki sifat yang awet dan tahan lama, mudah dikerjakan dan tahan terhadap unsur yang bersifat merusak. Manfaat semen mortar adalah sebagai bahan perekat dapat menutupi atau menghilangkan permukaan bata yang tidak rata untuk menyalurkan beban. Fungsi semen mortar dalam plesteran untuk mengawetkan pemasangan bata, meratakan permukaan tembok, pengikat antara pemasangan bata yang satu dengan bata yang lain, sehingga aksi komposit keduanya dapat terbentuk (Wenno, 2014).

Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, maupun semen Portland. Bila bahan perekatnya adalah liat, maka mortarnya adalah lumpur (mud mortar). Jika bahannya dari kapur (dapat juga disebut semen merah) disebut dengan mortar kapur, serta bila perekatnya adalah semen portland disebut dengan mortar semen. Bahan perekat yang dicampurkan dengan air akan menjadi pasta yang berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran pasir. Beberapa jenis mortar pasir, tanah liat (lumpur) dan air. Bahan-bahan tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan (tingkat kekentalan) dibedakan berdasarkan bahan perekatnya antara lain:

- a) Mortar lumpur (yang dibuat dari keenceran) yang cukup baik. Perbandingan bahan-bahan harus tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Bila terlalu banyak pasir di dalam adonan, maka daya perekatnya menjadi semakin kurang baik.
- b) Mortar kapur dibuat dari pasir, semen merah, kapur dan air. Semen merah berfungsi sebagai pozolan untuk membantu reaksi antara batu kapur dan air. Namun semen merah sendiri bila dicampur dengan air tidak akan bereaksi. Kapur, semen merah mula-mula dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air. Air ditambahkan agar adonan menjadi kelecekan adonan yang tepat. Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir umumnya dipakai dua atau tiga dari volume kapur. Mortar ini biasa dipakai dalam pembuatan dinding tembok batu bata.
- c) Mortar semen dibuat dari pasir, semen portland dan air. Perbandingan antara volume semen dan pasir berkisar antara 1:2 dan 1:6 atau lebih besar. Mortar ini memiliki daya rekat yang terbesar dari kedua mortar diatas. Oleh karena itu mortar ini banyak dipakai untuk tembok, pilat, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini memiliki sifat kedap terhadap air, maka banyak diaplikasikan pada plesteran bagian luar bangunan dan berada di bawah tanah.
- d) Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus seperti jenis (a), (b), dan (c) diatas dengan aplikasi tertentu. Pertama, mortar ringan diperoleh dengan penambahan asbestos, fiber, juta fibres (serat rami), butiran kayu, serbuk gergajian kayu dan sebagainya. Mortar ini memiliki sifat peredam panas dan suara yang baik. Kedua mortar tahan api diperoleh dengan ditambahkan aluminos *cement* dengan perbandingan serbuk alumina dan dua bubuk bata api. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api.

Mortar memiliki kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingannya. Pada umumnya kuat

tekan mortar semen berkisar antara 3-17 Mpa, sedangkan untuk mortar kapur antara 0,4-0,7 Mpa. Mortar semen mempunyai berat jenis antara 1,8-2,2, sedangkan untuk mortar kapur 1,8-1,9 (Oka, 2006).

**Tabel 2. 1** Persyaratan Mortar (ASTM C270)

Mortar	Tipe	Kekuatan tekan rata-rata pada umur 28 hari, min, MPa (psi)	Retensi air, min %	Kadar udara maks %	Rasio agregat (diukur dalam konsisi lembab, lepas)
Semen kapur	M	17,2 (2500)	75	12	Tidak kurang dari 2¼ dan tidak lebih dari 3½ jumlah dari volume terpisah dari material sementisius
	S	12,4 (1800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14	
	O	2,4 (350)	75	14	
Semen mortar	M	17,2 (2500)	75	12	
	S	12,4 (1800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14	
	O	2,4 (350)	75	14	
Semen pasangan	M	17,2 (2500)	75	18	
	S	12,4 (1800)	75	18	
	N	5,2 (750)	75	20	
	O	2,4 (350)	75	20	

Sesuai dengan Tabel 2.1 Mortar memiliki beberapa tipe, yaitu :

- Mortar tipe M  
Mortar Tipe M merupakan mortar dengan memiliki kuat tekan yang tinggi. Kuat tekannya adalah 17,2 MPa.
- Mortar tipe N  
Mortar jenis ini memiliki kuat tekan yang sedang. Kuat tekan minimumnya adalah 12,4 MPa.
- Mortar tipe S  
Mortar tipe S adalah adukan dengan kuat tekan sedang. Kuat tekan minimumnya adalah 5,2 MPa.



- Mortar tipe O  
Mortar tipe O adalah adukan yang memiliki kuat tekan yang rendah. Kuat tekan minimumnya adalah 2,4 MPa.

### 2.3 Plastik

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin berkembangnya teknologi di masa sekarang membuat konsumsi plastik semakin meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2018. Jumlah timbunan sampah plastik diperkirakan sebesar 14% dari jumlah keseluruhan timbunan harian. Atau sekitar 24.500 ton per hari atau setara 8,96 juta ton per tahunan. Sementara jumlah timbunan sampah akan meningkat secara signifikan dalam sepuluh tahun terakhir. Lebih dari 9,8 milyar kantong plastik digunakan oleh masyarakat Indonesia setiap tahunnya, dan 95% nya menjadi sampah. Sumber utama sampah plastik adalah pembungkus makanan dan minuman, kantong belanja, serta pembungkus lainnya. Dari keseluruhan jumlah timbunan plastik, hanya 10-15% saja yang dapat didaur ulang. Selain itu 60-70% di timbun di tempat pembuangan akhir an 15-30% belum terkelola karena terbuang ke lingkungan terutama perairan seperti sungai, danau, pantai, dan laut. (Hadi, 2018).

Plastik memiliki berbagai sifat dan karakteristik masing-masing yang dibuat suatu sistem pengkodean resin untuk plastik yang dapat didaur ulang (*recycle*) oleh *American Society of Plastic Industry* berupa kode segitiga panah yang memiliki nomor angka di dalamnya merupakan kode yang dapat didaur ulang maupun tidak yang dapat terlihat pada Gambar 2.1



**Gambar 2. 2** Kode recycle plastik (Landi, 2017)

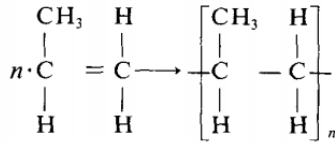
Menurut Gambar 2.2 merupakan pengelompokkan plastik berdasarkan jenisnya. Sampah plastik menimbulkan masalah

karena sangat sulit diuraikan oleh mikroorganisme yang menyebabkan mineral di dalam tanah semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya fauna tanah seperti cacing dan mikroorganisme tanah yang hidup di tanah karena sulitnya memperoleh makanan dan berlindung (**Purwaningrum, 2016**). Para ilmuwan merencanakan untuk menggunakan campuran plastik di dalam beton. Sebab beton merupakan salah satu material yang paling dicari oleh manusia. Penambahan sampah plastik pada beton dapat meningkatkan *properties* seperti kekuatan tarik, ketahanan kimia, *drying shrinkage*, dan *creep* dalam basis pendek dan panjang, tetapi juga dapat membuat metode pembuangannya menjadi aman (Tapkire, 2014).

### 2.3.1 *Polypropylene*

Pertama kali ditemukan pada tahun 1954 dan langsung mendapatkan popularitas yang sangat cepat karena memiliki sifat yang menarik seperti memiliki kepadatan yang rendah diantara seluruh komoditas plastik lainnya. *Polypropylene* merupakan jenis polimer yang sangat luas pemakaiannya seperti gelas air mineral, cup plastik, tutup botol, mainan anak dan masih banyak lagi (Suro, 2013).

*Polypropylene* memiliki sifat mampu cetak yang baik seperti halnya plastik *polyethylene*. Plastik polipropilen memiliki faktor penyusutan cetakan yang lebih kecil daripada plastik polietilen yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi. Hasil cetakan dari polipropilen memiliki kondisi optimal yang baik serta memiliki ketelitian dimensi yang bagus dan memiliki tegangan sisa yang kecil (Fratwi, 2015). *Polypropylene* merupakan polimer vinil di mana setiap atom karbon melekat pada metil kelompok dan dapat dinyatakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3



**Gambar 2. 3** Struktur polypropylene (Surdia, 1999).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Mokhtar pada tahun 2005, *Polypropylene* memiliki beberapa sifat yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2** Sifat *polypropylene* (Mokhtar, 2005)

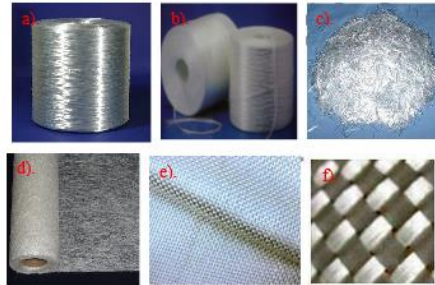
Sifat	Nilai
Kekuatan Tarik	31-38 Mpa
Modulus Flekstural	1170-1730 MPa
Berat Jenis	0.89-0.92 gr/cm <sup>3</sup>
<i>Heat distortion temperature</i> , 455 kPa	107- 121 °C
Temperatur leleh	160-170 °C
<i>Mold Shrinkage</i>	0.015-0.025 cm/cm
Kekerasan (Shore D)	70
Kuat Tekan (ASTM D695)	40 MPa

Plastik *polypropylene* merupakan plastik konvensional yang bersifat *non-biodegradable* yang paling banyak digunakan sampai saat ini. Hal ini karena harganya yang sangat murah dan proses produksinya yang mudah. Plastik polypropylene juga memiliki keseimbangan sifat mekanik dan thermal yang cukup baik. Plastik jenis ini memiliki permukaan yang tidak rata, seringkali kaku daripada beberapa jenis plastik yang lain dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan baik. Plastik polypropylene memiliki permukaan yang transparan, tetapi tidak setransparan plastik polistirena, akrilik maupun plastik lainnya (Coward, 1991).

## 2.4 Fiberglass

*Fiberglass* adalah jenis serat penguat yang umum digunakan di dalam matriks. *Fiberglass* banyak digunakan karena

banyaknya keuntungan yang bisa diperoleh seperti harga yang murah, memiliki *tensile strength* yang tinggi, inert kimia, dan merupakan insulator panas yang sangat baik (Mallick, 1997). *Fiberglass* memiliki komposisi kimia yang sebagian besar adalah  $\text{SiO}_2$  dan sisanya adalah oksida-oksida seperti Aliminium, Kalsium, Magnesium, Natrium, dan unsur-unsur lainnya. Berdasarkan bentuknya, *fiberglass* dibedakan menjadi beberapa macam antara lain seperti pada Gambar 2.4 dibawah ini:

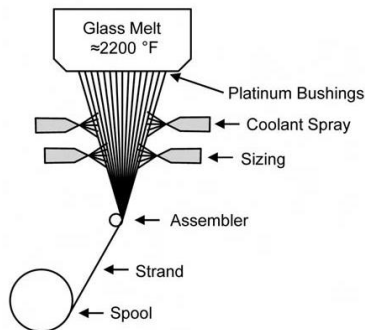


**Gambar 2. 4** Bentuk *Fiberglass* a) Serat Gelas *Roving*, b) Serat Gelas *Yarn*, c) Serat Gelas *Chopped Strand*, d) Serat Gelas *Reinforcing Mat*, e) Serat Gelas *Woven Roving*, f) Serat Gelas *Woven Fabric* (Sulistyo, 2016).

*Fiberization* atau pembentukan serat kaca melibatkan kombinasi ekstrusi dan pelemahan gelas yang melalui pemanasan. Temperatur pemanasan agar gelas dapat dibentuk adalah temperatur  $1200^{\circ}\text{C}$  ( $2200^{\circ}\text{F}$ ). Material kaca mulai mengalami pelunakan atau mulai mengalami pengaliran, setelah gelas cair mengalir, kemudian diekstrusi melewati paduan platinum-rhodium yang kemudian melewati *nozzle* dengan jumlah lubang antara 200-8000 lubang untuk membentuk filamen-filamen tipis yang kemudian didinginkan secara cepat dengan menggunakan media air atau dengan *blower* udara untuk membentuk struktur *amorphus*.

*Bushing plate* dipanaskan dengan energi listrik agar menghasilkan panas serta mempertahankan viskositas secara konstan agar meminimalisir terjadinya perubahan fasa. *Attenuation*

adalah proses mekanis pembentukan gelas cair menjadi filamen-filamen dengan cara menjatuhkan gelas cair secara cepat ke roda penggulung untuk menangkap gelas tersebut dengan perkiraan kecepatan mencapai 2 mm/menit. Diameter *nozzle* menentukan diameter filamen dan jumlah *nozzle* sama dengan jumlah serat kaca yang keluar. Diameter *fiber* berkisar 5-20  $\mu\text{m}$  yang dikontrol oleh diameter lubang, kecepatan gulung, temperatur, viskositas leleh, dan laju pendinginan (Campbell, 2010). Gambar 2.4 adalah penjelasan dari proses pembuatan serat kaca.



**Gambar 2. 5** Proses Pembuatan Serat Kaca. (Campbell, 2010).

Serat kaca pada umumnya dibagi menjadi dua kategori utama yaitu serat murah serba guna dan serat mahal untuk aplikasi khusus. Sebanyak hampir 90% serat kaca yang diproduksi adalah *E-glass*. Sisanya merupakan serat kaca dengan aplikasi khusus. Sebagian besar merek *fiberglass* diberi nama sesuai dengan sifat spesifiknya sebagai berikut:

- E (*Electricity*) – Konduktivitas rendah
- S (*Strength*) – Kekuatan tinggi
- C (*Chemical*) – Tahan kimia tinggi
- M (*Modulus*) – elastisitas tinggi
- A (*Alkali*) – kadar logam alkali yang tinggi
- D (*Dielectric*) – konstanta elektrik yang rendah

- AR (*Alkali Resistant*) – tahan alkali tinggi (Martynova & H., 2018).

Berikut ini adalah sifat-sifat dari serat kaca komersil yang terdapat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2. 3** Sifat Serat Kaca Komersil (Mitchell, 2004)

	Liquidus Temperature (°C)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Young's Modulus (GN/m <sup>2</sup> )	Strength (MN/m <sup>2</sup> )	
				Undamaged Filament	Strand from Roving
A-Glass	1140	2,46	72	3500	-
E-glass	1400	2,54	72	3600	1700-2700
AR-glass	1180-1200	2,7	70-75	3600	1500-1900
C-glass	-	~2,5	-	-	-
S & R glass	-	~2,5	~85	4500	2300-3000

Komposisi utama dari seluruh jenis serat kaca adalah SiO<sub>2</sub>, namun serat kaca juga memiliki beberapa senyawa lain sebagai penyusunnya. Komposisi serat kaca berdasarkan klasifikasinya dijelaskan pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

**Tabel 2. 4** Komposisi Serat Kaca Komersil (Mitchell, 2004)

	Composition (wt%)											
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>
A-glass (typical)	73	1	0.1			4	8	13	0.5			
E-glass (range)	52–56	12–16	0–0.5	8–13		0–6	16–25	← <1 total →			0	0–1.5
AR glass (range)	60–70	0–5			15–20		0–10	10–15			0–5	
C-glass (range)	59–64	3.5–5.5	0.1–0.3	6.5–7		2.5–3.5	13.5–14.5	8.5–10.5	0.4–0.7			
S and R glasses (range)	50–85	10–35				← 4–25 total →		0				

## 2.5 Papan Partikel

Papan partikel merupakan salah satu jenis dari produk komposit atau panel kayu yang berbahan lignoselulosa, yang diikat dengan bahan pengikat atau perekat dan kemudian dikempa panas (Maloney, 1993). Kualitas papan partikel merupakan fungsi dari beberapa faktor yang saling berinteraksi dalam proses pembuatan dari papan partikel tersebut. Sifat fisis dan sifat mekanis seperti pengembangan tebal, modulus patah, modulus elastisitas, dan keteguhan retak merupakan parameter-parameter yang baik untuk menentukan kualitas papan partikel (J.G Haygreen, 1989).

Syarat dan mutu papan partikel di Indonesia, telah diatur dalam ISO 8335 1987 sebagai berikut:

1. Keadaan permukaan

Papan partikel tidak diperkenankan jika adanya keropos, pelapukan, lekang, goresan pada papan partikel.

2. Ukuran dan Kesikuan

Toleransi panjang dan lebar  $\pm 3$  mm. Toleransi kesikuan adalah perbedaan dari garis siku maksimum 2 mm. Toleransi tebal pada papan partikel terdapat pada Tabel 2.5

**Tabel 2. 5** Toleransi Tebal Papan Partikel (SNI 03-2105-2006)

No	Jenis Papan partikel	Tebal (mm)	Toleransi Tebal		
			Tidak Diampelas	Diampelas	Dekoratif
1	Papan partikel biasa	< 15	$\pm 1,0$	$\pm 0,3$	-
		> 15			
2	Papan partikel berlapis venir	< 20	$\pm 1,2$	$\pm 0,3$	-
		> 20	$\pm 1,5$	$\pm 0,3$	
3	Papan partikel dekoratif	< 18	-	-	$\pm 0,5$
		> 18	-	-	$\pm 0,6$

3. Kadar air

Untuk papan partikel tipe 24 – 10 dan 17,5 – 10,5 bila tebalnya  $\leq 12,7$  mm, maksimum 25% dan bila tebalnya  $> 12,7$  mm, maksimum 20%. Sedangkan untuk papan partikel lainnya maksimum 12%.

4. Kerapatan

Kerapatan papan partikel antara  $0,40 \text{ g/cm}^3$  –  $0,90 \text{ g/cm}^3$ .

5. Kekuatan Lentur

Kekuatan lentur yang menjadi syarat dari papan partikel berbeda-beda tergantung dari tipe yang disesuaikan dengan kebutuhan. Syarat kekuatan lentur papan partikel dapat dilihat pada Tabel 2.5.



**Tabel 2. 6** Kekuatan Lentur Minimum Papan Partikel (SNI 03-2105-2006)

Jenis Papan Partikel	Tipe	Kekuatan Lentur (Kg/cm <sup>2</sup> )
Papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif	18	184
	13	133
	8	82
Papan partikel berlapis Venir	30-15	306
Papan partikel biasa struktural	24-10	245
	17,5-10,5	178

#### 6. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik rata-rata minimum dari papan partikel yaitu sebesar 3,1 kg/cm<sup>2</sup> untuk tipe 18, 2 kg/cm<sup>2</sup> untuk tipe 13, dan 1,5 kg/cm<sup>2</sup> untuk tipe 8.

### 2.5.1 Papan Partikel Semen

Papan partikel semen merupakan komposit yang mirip dengan papan semen-asbes. Pengembangan panel papan partikel semen dengan *filler* serbuk kayu, bukan merupakan hal yang baru, karena telah dikembangkan selama lebih dari seabad (Papadopoulos, 2006). Papan partikel semen yang menggunakan partikel kayu sebagai *filler* memiliki kekakuan, ketangguhan patah yang dan rasio kekuatan yang baik. Kayu merupakan sumber daya alam yang terbarukan, biaya yang rendah, serta fleksibilitas dalam pemrosesan dan memiliki ketahanan termal dan akustik yang baik. Komponen semen ini hanya berfungsi sebagai pengikat saja dan sebagai lapisan penghalang dari kelembaban udara yang dapat melapukkan papan partikel dan tahan terhadap serangan biologis (Coretti, 1998).

Sifat yang yang lebih penting adalah memiliki sifat retardan (tahan api), pembekuan, tahan air dan lebih tahan terhadap pelapukan dan bebas dari kandungan asbes, zat berbahaya yang

mudah menguap, dan debu yang dihasilkan dari proses produksi papan tidak bersifat agresif. Di saat ini, dunia sudah mulai peduli dengan lingkungan dan nilai ekonomis, mencetus penelitian dalam pengembangan bahan baru untuk konstruksi, terutama pada panel komposit yang terbuat dari kayu ber-lignoselulosa yang berasal dari alam yang terbarukan (Kumar, 2012). Papan semen memiliki sifat yang lebih baik jika disbanding dari produk papan partikel lain seperti yang tertera pada Tabel 2.7 dan Tabel 2.8.

**Tabel 2. 7** Komparasi Standar pada Sifat Papan Semen (JIS 5417 1992, ISO 8335 1987 dan SNI 03-2105-2006)

Sifat Papan Semen	Standar		
	ISO 8335 1987	SNI 03-2105-2006	JIS 5417-1992
Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	1,0	0,4-0,9	0,84-0,99
Absorpsi Air (%)	6-12	12	8,3
Kuat lentur (kg/cm <sup>3</sup> )	88,235	82-184	63
MOE (kg/cm <sup>3</sup> )	29.411	20.400-30.600	24.000
IB (kg/cm <sup>3</sup> )	-	1,5-3,1	-
Pengembangan tebal (%) setelah perendaman air selama: 2 jam-24 jam	< 2%	20-25	< 8,3

---

Kekuatan tekan (kp/cm <sup>3</sup> )	-	-	-
Cabut sekrup	50	-	-

Simatupang (1974) menyatakan bahwa bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen dan partikel kayu dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan, yaitu:

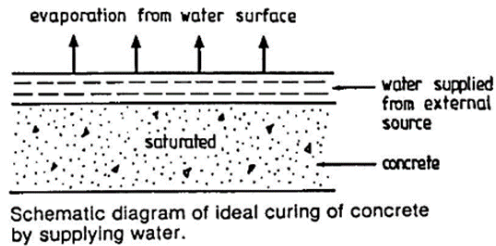
- Papan semen kayu yang memiliki berat jenis lebih kecil atau sama dengan 1,7 digunakan untuk bahan insulasi, dinding, atap pabrik, terutama di daerah beriklim panas atau tropis
- Papan semen kayu yang memiliki berat jenis antara 1,7 – 1,9 dapat digunakan sebagai dinding bangunan pada bangunan di daerah tropis.
- Papan semen kayu yang memiliki densitas diatas 0,9 banyak diaplikasikan pada lantai bangunan (Simatupang, 1974).

### 2.5.2 Curing

Perawatan (curing) beton adalah proses mengatur laju dan tingkat kehilangan kelembaban dari beton selama hidrasi semen (pengerasan) berlangsung. Reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton tergantung pada air yang tersedia. Air harus selalu tersedia pada jumlah yang memadai agar reaksi hidrasi terjadi secara menyeluruh.

Dapat ditambahkan bahwa penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, dapat mengakibatkan timbulnya tegangan tarik pada sub-permukaan yang menyebabkan retak-retak pada beton. Perawatan pada beton dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan yang terutama disebabkan oleh suhu, serta perawatan yang baik terhadap beton, akan memperbaiki berbagai segi kualitas beton.

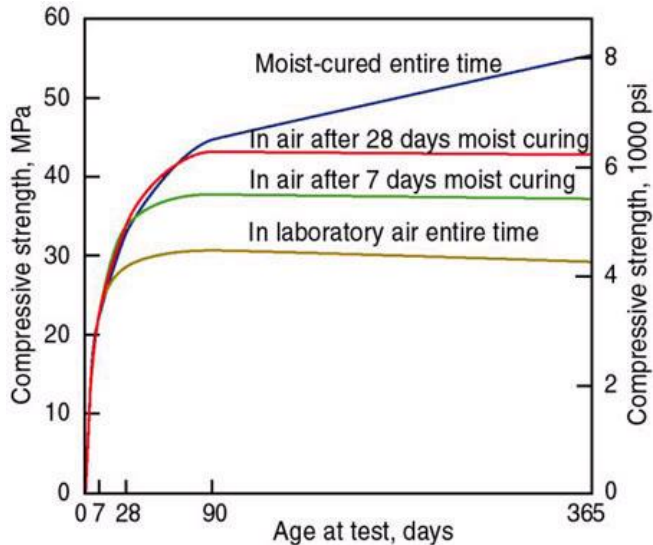
---



**Gambar 2. 6** Curing pada Beton (*Kardiyono, 2007*).

Gambar 2.6 merupakan cara curing dari beton dengan cara direndam ke dalam air. Tujuan dari perawatan beton yaitu menahan kelembaban di dalam beton pada waktu semen berhidrasi, karena hal tersebut akan tercapainya kekuatan struktur yang diinginkan untuk ketahanan, stabilitas volume dan abrasi terhadap beton. Beton yang telah dibuat harus dirawat selama usia strukturnya. Tindakan perawatan ini dimaksudkan agar tercapainya usia ekonomi struktur tersebut, dan salah satu hal terpenting adalah keawetannya, yakni mampu menahan pengaruh kimia dan mekanis. Keawetan beton yang baik didapatkan jika perencanaan, pelaksanaan dan terutama pada perawatan dilakukan dengan baik

Perawatan beton dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan yang terutama disebabkan oleh temperatur, serta perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki berbagai segi kualitas beton tersebut (*Kardiyono, 2007*).



**Gambar 2. 7** Pengaruh Waktu Curing Terhadap Kuat Tekan (Zemajtis, 2018).

Gambar 2.7 merupakan pengaruh lamanya curing terhadap kuat tekan beton. Oleh karena itu, dalam proses *curing* sangatlah dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton yang berlangsung. Karena proses pemeliharaan beton ini dilakukan oleh pekerja selama beton mencapai umur 28 hari.

Terdapat berbagai macam metode curing beton yang umum dilakukan baik dengan pembasahan sederhana, penguapan dan menggunakan membran. Pemilihan cara yang tepat dalam melakukan pemeliharaan beton merupakan hal yang harus diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan. Berikut ini adalah metode perawatan (*curing*) pada beton:

### 1. Perawatan dengan Pembasahan

- Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab (dilakukan pada beton uji).

- Menaruh beton segar dalam genangan air (dilakukan pada beton uji).
- Menyelimuti permukaan beton dengan air.
- Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
- Menyirami permukaan beton secara *continue*. Melapisi permukaan beton dengan material khusus (*Curing Compound*).

## 2. Perawatan dengan Penguapan

Sebelum perawatan dengan penguapan dilaksanakan, beton harus dipertahankan terlebih dahulu dan berada pada suhu 10°-30°C selama beberapa jam. Perawatan dengan penguapan berguna pada daerah yang mempunyai musim dingin. Perawatan ini harus diikuti dengan perawatan dengan pembahasan setelah lebih dari 24 jam, minimal selama umur 7 hari, agar kekuatan tekan dapat tercapai sesuai dengan rencana pada umur 28 hari. Perawatan dengan penguapan dilakukan dengan 2 cara yaitu :

- Perawatan dengan tekanan yang rendah berlangsung selama 10-12 jam dengan tekanan berkisar antara 40°-55°C
- Perawatan dengan tekanan tinggi berlangsung selama 10-16 jam dengan tekanan pada suhu 65°-95°C, dengan suhu akhir 40°-55°C.

## 3. Perawatan dengan Membran

Membran yang digunakan untuk perawatan beton ini merupakan penghalang fisik untuk menghalangi penguapan air. Bahan yang digunakan harus kering dalam waktu 4 jam (sesuai final setting time), dan membentuk selebar film yang *continue*, melekat dan tidak beracun, tidak selip, bebas dari lubang-lubang halus dan tidak membahayakan beton. Lembaran plastik atau lembaran lain yang kedap air dapat digunakan dengan sangat efisien. Perawatan dengan menggunakan membran sangat berguna untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton (*rigid pavement*). Cara ini harus dilaksanakan sesegera mungkin setelah waktu pengikatan beton. Perawatan dengan cara ini dapat juga dilakukan setelah atau sebelum perawatan dengan pembasahan (Murdock & Brook, 1999).

## 2.6 Rule of Mixture

*Rule of mixture* adalah sebuah aturan untuk memprediksi dari sebuah komposit yang memiliki *reinforced* berupa serat ataupun partikel. Dengan adanya *rule of mixture* dapat dihitung properties yang diperoleh dari tiap matriks dikalikan dengan fraksi volume kemudian ditambahkan dengan perkalian oleh *reinforced* dengan fraksi volumenya, sehingga akan berbanding secara proporsional (Callister, 2007).

Fraksi volume dari serat/partikel ( $V_f$ ) dapat dirumuskan pada Persamaan 2-1 :

$$V_f = \frac{v_f}{v_c} \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana  $v_f$  adalah volume dari serat/partikel dan  $v_c$  adalah volume dari komposit.

Fraksi volume dari matrik ( $V_m$ ) dapat dirumuskan pada Persamaan 2-2 :

$$V_m = \frac{v_m}{v_c} \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana  $v_m$  adalah volume dari matrik dan  $v_c$  adalah volume dari komposit.

Properties dari sebuah komposit dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan beberapa aspek yaitu properties dari matrik, fraksi volume matrik, properties *reinforced*, dan fraksi volume dari *reinforced*. Sebagai contoh dapat dirumuskan pada Persamaan 2-3 untuk memperkirakan sebuah densitas dari komposit adalah :

$$\rho_c = \rho_m V_m + \rho_f V_f \dots\dots\dots(2-3)$$

Keterangan :

- $\rho_c$  = densitas komposit
- $\rho_m$  = densitas matrik
- $\rho_f$  = densitas *filler/reinforced*

- $V_m$  = fraksi volume matrik  
 $V_f$  = fraksi volume *filler/reinforced*

## 2.7 Penelitian Sebelumnya

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.

Terdapat beberapa studi tentang pengaruh penambahan plastik *polypropylene* pada campuran beton, karena mortar dan semen memiliki sifat fisis dan kimiawi yang nyaris identik, hanya saja perbedaannya hanya pada penambahan pasir silika agar meningkatkan adhesivitas pada filler. Penelitian yang dilakukan oleh Gunawan (2014) yaitu pengaruh penambahan serat *polypropylene* pada beton dengan variasi 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Dari penelitian diatas diketahui bahwa pengaruh penambahan dari masing-masing presentase serat *polypropylene*. cenderung menambah nilai kuat tekan beton ringan. Peningkatan kuat tekan paling maksimum terjadi pada kadar penambahan serat 0,75% dari berat volume beton didapatkan kuat tarik sebesar 23,073 kg/cm<sup>2</sup>.

Ridwan (2014) meneliti tentang pengaruh penambahan plastik *polypropylene* pada campuran beton. Faktor-faktor yang diteliti adalah pengaruh penambahan serat *polypropylene* dari berbagai variasi terhadap kuat tarik belah dan kuat tekan beton. Dari hasil penelitiannya didapatkan hasil kuat tarik belah beton sebesar 24,264 kg/cm<sup>2</sup> dengan presentase penambahan *polypropylene* sebesar 0,5% atau mengalami peningkatan sebesar 21,789%. Kemudian kuat tekan beton memiliki hasil yang tertinggi pada persentase *polypropylene* sebesar 0,75% sebesar 140,724



kg/cm<sup>2</sup> yang selanjutnya mengalami penurunan seiring dengan penambahan *polypropylene*.

Penelitian yang dilakukan Hasan (2013) adalah pengaruh sifat mekanik seperti kuat tarik beton, kuat tekan dan kuat lentur beton seiring dengan penambahan presentase plastik *polypropylene*. Hasil dari penelitian adalah beton memiliki sifat mekanik tertinggi pada persentase *polypropylene* sebesar 0,6% sebesar 3,51 Mpa. Kemudian memiliki kuat tekan sebesar 29,17 Mpa dan kuat lentur sebesar 5,24 Mpa pada persentase yang sama.

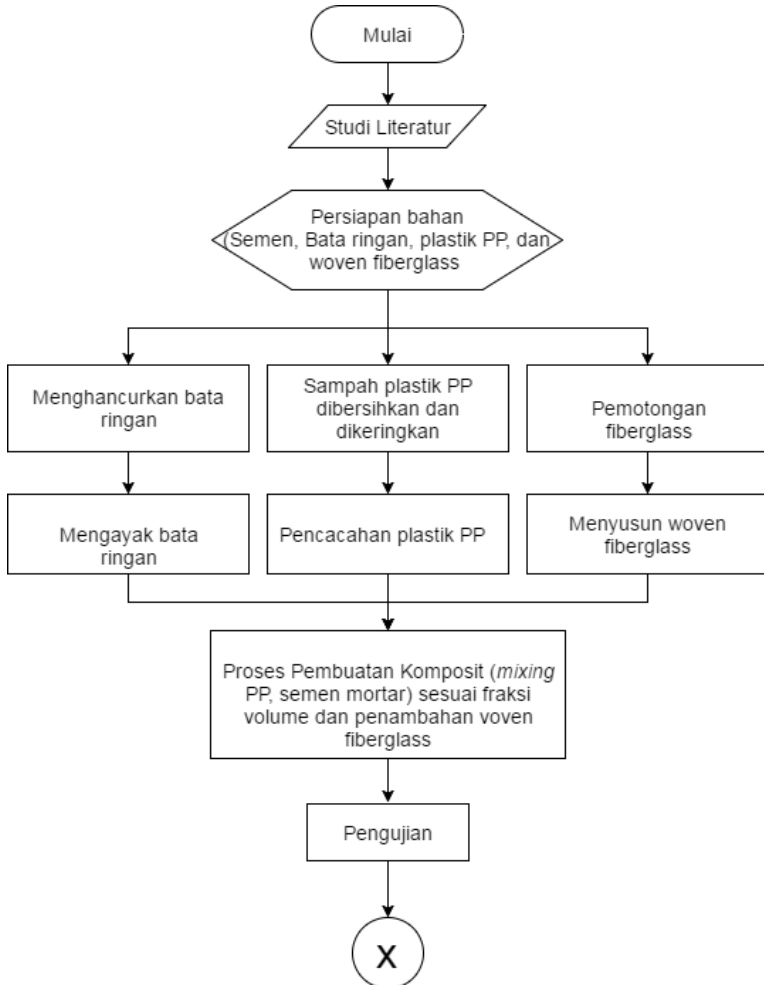
Pemakaian *polypropylene* pada beton juga mampu menambah sifat mekanik pada beton, karena penambahan serat *polypropylene* dapat menahan perambatan retak pada beton. Menurut Sohaib (2018) peningkatan sifat mekanik seperti kuat tarik dan kuat tekan masing masing sebesar 1370 psi dan 2959 psi dengan presentase penambahan *polypropylene* yang sama yaitu sebesar 1,5%.

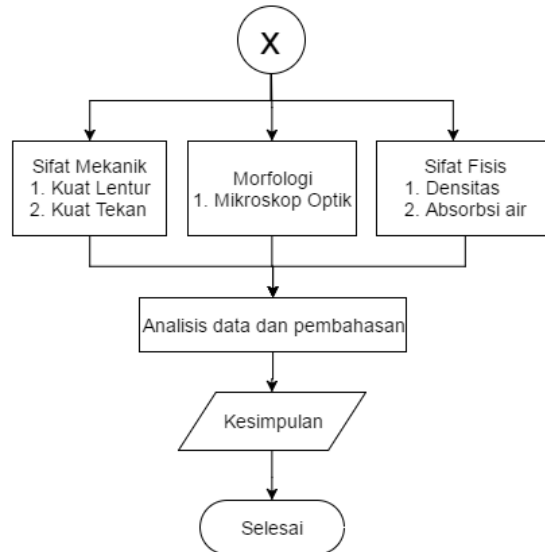
Melalui referensi penelitian-penelitian sebelumnya, riset ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk peningkatan performa dari material bangunan khususnya dinding partisi dengan pemanfaatan sampah plastik sebagai penguat. Diharapkan melalui penelitian ini didapatkan solusi yang mudah, efektif, dan efisien untuk pengolahan limbah plastik yang ramah lingkungan dan mampu mengurangi plastik dalam jumlah yang besar. Penelitian ini juga dapat dijadikan referensi yang baik untuk perkembangan industri pengolahan limbah plastik yang dapat memberikan dampak sosial dan ekonomi yang positif.

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian





**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian

## 3.2 Metode Penelitian

### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Semen mortar  
Semen Mortar merupakan mortar yang digunakan sebagai pengikat untuk dibuat papan partikel semen.
2. Air  
Air yang digunakan berasal dari Departemen Teknik Material FTI-ITS.
3. Bata Ringan  
Bata Ringan didapatkan dari sisa-sisa pecahan bahan bangunan yang merupakan jenis bata ringan ALC.
4. Plastik PP

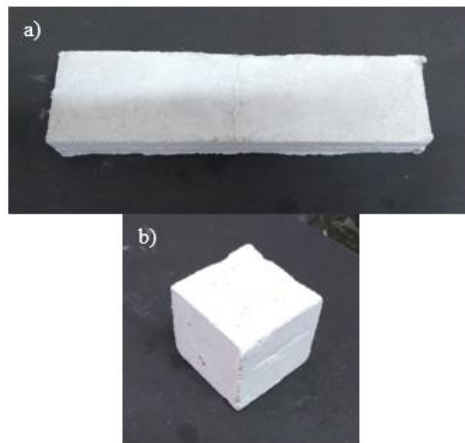
Plastik PP yang digunakan sebagai penelitian adalah limbah dari pembungkus pakaian dan makanan..

5. Woven Fiberglass

Woven fiberglass digunakan sebagai penguat pada papan partikel semen dengan ukuran sesuai dengan benda uji maupun produk akhir.

6. Spesimen

Gambar 3.2 adalah spesimen kuat lentur dengan dimensi 20x5x2 cm dan pengujian kuat tekan 5x5x5 cm.



**Gambar 3. 2** a) Spesimen Kuat Lentur, b) Spesimen Kuat Tekan

### 3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut:

1. Palu

Palu digunakan untuk menghaluskan bata ringan.

2. Saringan

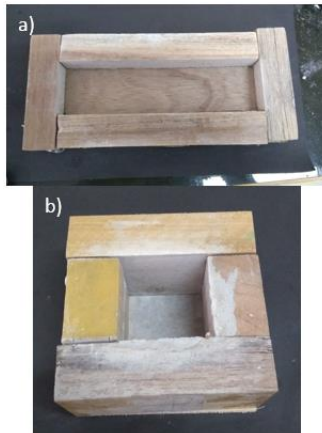
Gambar 3.3 adalah saringan yang digunakan untuk mengayak bata ringan yang telah ditumbuk halus untuk menyaring partikel bata ringan sampai ukuran -18 mesh.



**Gambar 3. 3** Saringan

### 3. Cetakan

Gambar 3.4 adalah cetakan yang terbuat dari kayu yang digunakan untuk membentuk adonan agar sesuai dengan bentuk yang diinginkan.



**Gambar 3. 4** a) Cetakan Kuat Lentur, b) Cetakan Kuat Tekan

### 4. Klem

Klem digunakan untuk menjepit bingkai cetakan supaya tidak bergeser atau berpindah posisinya.

5. Gunting

Gunting digunakan untuk mencacah plastik PP.

6. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan serbuk bata ringan.

7. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa bahan sesuai dengan komposisi yang ditentukan.

8. Mikroskop Optik USB Portable

Gambar 3.5 adalah Mikroskop optik yang digunakan untuk mengetahui morfologi dari sampel komposit, memiliki perbesaran 10-1000x, yang merupakan milik laboratorium inovatif di Departemen Material FTI ITS.



**Gambar 3.5** Mikroskop Optik USB Portable

9. Mesin Uji Kuat Tekan

Gambar 3.6 adalah mesin pengujian kuat tekan yang digunakan adalah milik Laboratorium Beton Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi.



**Gambar 3. 6** Mesin Uji Kuat Tekan

#### 10. Uji Kuat Lentur

Pengujian kuat Lentur yang digunakan adalah milik Laboratorium Inovatif Departemen Teknik Material yang dapat dilihat pada Gambar 3.7



**Gambar 3. 7** Mesin Kuat Lentur



### 3.3 Variabel

Tabel 3.1 menunjukkan variabel yang digunakan sebagai berikut :

**Tabel 3. 1** Variabel Penelitian

Komposisi Campuran M/BR/PP/WF (% volume)	Pengujian				
	Mikroskop optik	Kuat Tekan	Kuat Lentur	Densitas	Absorpsi air
70/30 /0/0	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0/0,28	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0,25/0	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0,25/0,28	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0,5/0	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0,5/0,28	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0,75/0	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /0,75/0,28	✓	✓	✓	✓	✓
70/30 /1/0	-	✓	✓	✓	✓
70/30 /1/0,28	-	✓	✓	✓	✓

*Keterangan : M = Mortar  
BR = Bata Ringan  
PP = Polypropylene  
WF = Woven Fiberglass*

### 3.4 Prosedur Penelitian

Untuk dapat melaksanakan pengujian, terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan. Karena dapat mempengaruhi hasil dari analisa dan pembahasan.

#### 3.4.1 Persiapan Bahan

Pelaksanaan penelitian yang baik memerlukan persiapan bahan yang baik dan benar, agar analisis yang dihasilkan menjadi baik dan menghasilkan produk spesimen yang diinginkan.

##### 3.4.1.1 Pengolahan Plastik

Berikut ini adalah langkah-langkah pengolahan sampah plastik

1. Membersihkan sampah plastik PP dari kotoran dengan menggunakan air bersih.
2. Mengeringkan sampah PP di bawah sinar matahari sampai benar-benar kering.
3. Melakukan pemotongan plastik PP dengan gunting.

### 3.4.2 Pembuatan Papan Partikel

Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan papan semen partikel komposit yang dibuat:

1. Pertama-tama bata ringan dihancurkan terlebih dahulu hingga menjadi halus, kemudian dilakukan proses pengayakan dengan saringan.
2. Pembuatan komposit dilakukan dengan menimbang masing-masing bahan seperti semen, serbuk bata ringan, plastik PP sesuai dengan berat yang dibutuhkan.
3. Kemudian hasil timbangan bahan tersebut dikelompokkan berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan.
4. Campurkan bahan-bahan tersebut hingga merata sebelum dicampurkan air.
5. Tambahkan air yang telah diukur ke dalam campuran dengan perbandingan semen dan air (Faktor Air Semen) adalah 0,5 dari berat.
6. Masukkan semen ke dalam cetakan bawah
7. Letakkan *woven fiberglass* diantara sambungan ditengah cetakan terlebih dahulu agar *woven fiberglass* terletak tepat ditengah-tengah.
8. Setelah meletakkan *woven fiberglass*, tuangkan semen yang telah dicampur ke dalam cetakan atas dan tunggu mengeras selama satu hari.
9. Setelah satu hari di dalam cetakan, lepas bingkai cetakan dengan hati-hati agar papan partikel semen tidak pecah.
10. Kemudian melakukan curing dengan cara direndam ke dalam air selama 28 hari.

11. Setelah dua hari pelepasan bingkai cetakan, balik spesimen agar pengeringan lebih merata.

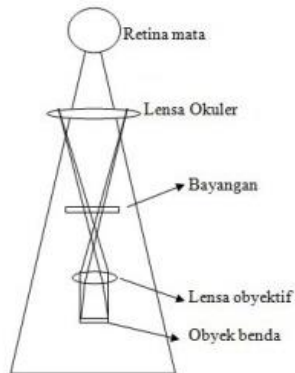
### **3.4.3 Proses Pengujian**

#### **3.4.3.1 Pengujian Mikroskop Optik Portable**

Mikroskop optik portable atau disebut juga mikroskop cahaya adalah alat yang digunakan untuk melihat benda hingga perbesaran 1000x. Mikroskop optik terdiri dari tiga komponen utama yaitu, lensa okuler, objektif dan kondensor. Lensa okuler adalah lensa yang berada di dekat mata yang biasanya memiliki perbesaran 5-10 kali. Lensa objektif adalah lensa yang dekat dengan objek yang memiliki variasi perbesaran yang lebih banyak yaitu perbesaran 10, 20, 50, dan 100 kali

Cara kerja mikroskop adalah dengan cara memusatkan berkas-berkas cahaya tampak yang kemudian membentuk bayangan yang diperbesar. Sumber cahaya berasal dari lampu maupun cahaya matahari. Perbesaran didapatkan dari hasil perkalian dari perbesaran lensa okuler dan objektif.

Mikroskop yang digunakan pengujian adalah *digital microscope USB* dimana menggunakan sinar pantul dalam membentuk bayangan. Standar yang digunakan adalah ASTM E 1951. Pengujian dilakukan di Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Cara kerja mikroskop optik tertera pada Gambar 3.8



**Gambar 3. 8** Cara Kerja Mikroskop Optik  
(<https://www.belajarmipa.com>)

### 3.4.3.2 Pengujian Kuat Tekan

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. Dalam pengujian ini standar yang digunakan adalah ASTM C270. Ukuran dimensi spesimen adalah 5cmx5cmx5cm. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan Persamaan 3-1 :

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A}$$

.....(3-1)

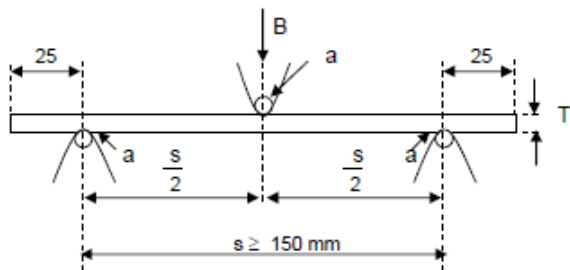
Keterangan:

P = beban tekan (N)

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

### 3.4.1.3 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kekuatan lentur digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari suatu material ketika dibengkokkan. Pengujian kelenturan dilakukan dengan metode *threepoint bend*, dimana spesimen diletakan pada kedua tumpuan dan dilakukan pembebanan ditengah spesimen. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM C 293 dengan dimensi 20 x 5 x 2cm sesuai dengan Gambar 3.9



**Gambar 3. 9** Cara Pengujian Kuat Lentur (SNI-03-2105-2006)

Kekuatan lentur suatu material dapat dihitung dengan Persamaan 3-2 berikut:

$$\sigma_f = \frac{3Pl}{2bd^2} \dots\dots\dots(3-2)$$

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)

### 3.1.3.4 Pengujian Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas 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 digunakan standar ASTM C 642 dan dihitung dengan Persamaan 3-3 sebagai berikut :

$$\rho_{pc} = \frac{m_s}{m_g - m_k} \times \rho_f \quad \dots\dots\dots(3-3)$$

Keterangan:

- $\rho_{pc}$  : densitas (gr/cm<sup>3</sup>)
- $\rho_f$  : densitas fluida (gr/cm<sup>3</sup>)
- $m_s$  : massa sampel kering (gr)
- $m_g$  : massa sampel digantung didalam air (gr)
- $m_k$  : massa kawat penggantung (gr)

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 tidak boleh menyentuh dinding maupun dasar gelas. Setelah kita dapatkan massa spesimen yang menggantung, kita dapat mengetahui volume spesimen yang ada dengan cara membaginya dengan massa jenis dari akuades.

### 3.1.3.5 Pengujian Absorpsi Air

Pengujian absorpsi air digunakan untuk mengetahui perubahan berat papan partikel akibat dari pengaruh penyerapan air yang masuk ke dalam papan partikel semen . Pengujian absorpsi air digunakan untuk menentukan persentase penyerapan air yang dapat diketahui pada Persamaan 3-4 di bawah ini :

$$\text{Water Absorbability} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

.....(3-4)

Keterangan:

A = berat basah (gram)

B = berat kering (gram)

Pengujian absorpsi air berdasarkan ASTM C1403 dimana untuk menentukan nilai dari absorpsi air maka diketahui terlebih dahulu berat awal spesimen, kemudian spesimen direndam ke dalam air selama 24 jam untuk diketahui berat basahnya. Setelah proses perendaman dengan air, spesimen dilap menggunakan kain hingga kering, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering. Lalu data tersebut dihitung berdasarkan persamaan 3-4 untuk mengetahui nilai persentase absorpsi air pada papan partikel semen.

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil pengujian Mekanik

Pengujian mekanik pada material penyusun komposit papan partikel semen yaitu semen mortar, bata ringan, *polypropylene* dan *woven fiberglass*. Komposisi dari semen mortar dan bata ringan adalah 70 phr dan 30 phr dan perbandingan *filler* komposit dengan komposisi 0 phr, 0,25 phr, 0,75 phr dan 1 phr *polpropylene*, 0 phr dan 0,28 phr *woven fiberglass*. Sifat mekanik yang dianalisa adalah hasil dari pengujian kuat lentur, dan kuat tekan.

#### 4.1.1 Uji Kuat Lentur

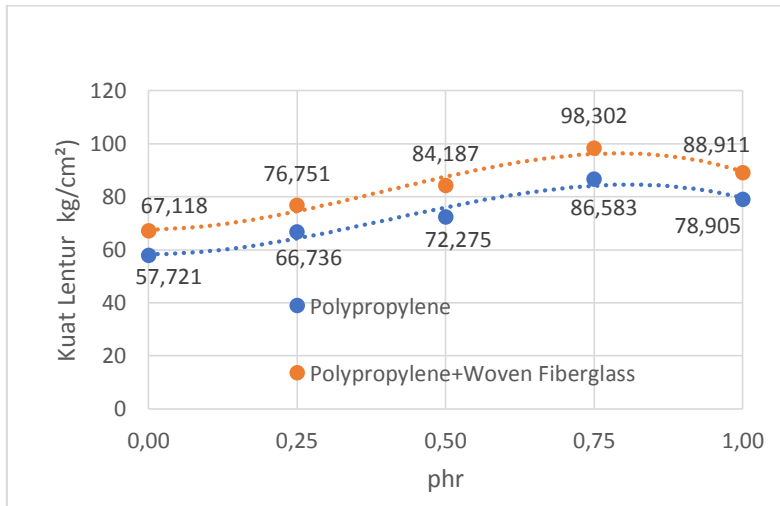
Pada penelitian ini komposit papan partikel semen yang telah dibuat, kemudian diuji kuat lentur untuk mengetahui *flextural strength*. Spesimen uji bertujuan untuk mengetahui aplikasi dalam papan partikel. Pengujian kuat lentur menggunakan prinsip *three point flextural test*. Spesimen uji diletakkan diantara dua *support span*, kemudian pembebanannya diletakkan di bagian tengah spesimen. Pegujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Inovatif Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dari hasil pengujian kuat lentur, didapatkan hasil berupa nilai *flextural strength* yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1** Hasil Pengujian Kuat Lentur

No	Matriks (%)		<i>Filler</i> (phr)		Hasil Kuat Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )
	Semen Mortar	Bata Ringan	PP	Woven Fiberglass	
1.	70	30	0	-	57,721
2.	70	30		0,28	67,118
3.	70	30	0,25	-	66,736
4.	70	30		0,28	76,751
5.	70	30	0,5	-	72,275

6.	70	30		0,28	84,187
7.	70	30	0,75	-	86,583
8.	70	30		0,28	98,302
9.	70	30	1	-	78,905
10.	70	30		0,28	88,911

Tabel 4.1 Hasil pengujian kuat lentur atau *flextural strength* dari komposit dengan *filler polypropylene* dan *woven fiberglass*. Dari hasil pengujian kuat lentur bahwa seiring dengan penambahan plastik *polypropylene* dan *woven fiberglass* maka akan mempengaruhi sifat mekanik yaitu kuat lentur. Komposisi komposit dengan nilai kuat lentur tertinggi adalah nomor 8 dengan kuat lentur sebesar 98,302 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan komposit dengan komposisi nomor 1 dengan penyusun 0 phr PP dan 0 phr Fiberglass sebesar 57,721 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 4. 1** Hasil Pengujian Kuat Lentur

Gambar 4.1 menunjukkan bukti bahwa dengan penambahan *filler* berupa *polypropylene* dan *woven fiberglass* dapat meningkatkan sifat mekanik yaitu kuat lentur untuk aplikasi papan semen. Pada komposisi 0 phr - 0,75 phr *polypropylene* baik yang ditambahkan *woven fiberglass* maupun tidak, mengalami peningkatan sifat mekanik dengan kuat lentur tertinggi pada komposisi 8 yaitu 0,75 phr *polypropylene* dan 0,28 phr *woven fiberglass*, memiliki sifat mekanik tertinggi yaitu sebesar 98,302 kg/cm<sup>2</sup>.

Penambahan *polypropylene* mempengaruhi kuat lentur terhadap respon pelunakan beton dengan membuat “jembatan” yang melintasi *macrocrack* dan mengurangi pembukaan retakan pada beton. Energi fraktur dari beton bertulang memiliki kemampuan menahan *fracture* yang lebih baik daripada beton yang tidak bertulang. Penambahan dosis serat *polypropylene* (Wu, 2000).

Balok beton yang diperkuat dengan *fiberglass mesh* (FGM) memiliki jumlah retakan yang lebih sedikit dalam kelompok penguat yang berbentuk mesh seperti *ferrocement reinforced*. Karena diameter FGM memiliki diameter penampang yang lebih kecil dan terdiri dari beberapa serat mikro, sehingga lebih baik dalam menahan retakan-retakan mikro. Tetapi memiliki keuletan yang relatif rendah karena memiliki sifat yang cenderung lebih kaku dibandingkan dengan penguat yang lainnya (Shaaban, et al., 2018).

Pada penambahan dosis *polypropylene* pada 1 phr baik yang ditambahkan *woven fiberglass* dan tidak ditambahkan, terjadi penurunan nilai kuat lentur karena terjadinya banyak porositas pada komposit papan, hal ini diperkuat oleh penelitian (Das, et al., 2018) yang menyatakan kandungan *polypropylene* lebih dari 0,75% dan serat didistribusikan secara tidak seragam didalam beton karena *workability* yang lebih rendah dan pencampuran yang tidak tepat. Karenanya, massa PP ini terakumulasi untuk membentuk titik-titik yang relatif lebih lemah yang berbentuk

sebagai rongga dan karenanya akan menjadi lebih rentan terhadap retak, karenanya pengurangan kekuatan tekan. Pengurangan kuat tekan pada 1 phr PP sebesar 9,245% Dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Badireddi & Bollapragada, 2016) bahwa dari ketiga komposisi 0,5%, 0,75% dan 1% dari penambahan *polypropylene*. Penambahan dengan kadar 0,75% *polypropylene* menghasilkan peningkatan maksimum dalam kekuatan lentur (*flextural strength*) beton sebesar 22,9% dengan *curing time* 28 hari ketika diperkuat dengan polypropylene 0,75 phr dari volume dibandingkan dengan beton konvensional tanpa penguat serat.

Penambahan *polypropylene* mempengaruhi *post-peak flextural* terhadap respon pelunakan beton dengan membuat “jembatan” yang melintasi *macrocrack* dan mengurangi pembukaan retakan pada beton. Energi fraktur dari beton bertulang memiliki kemampuan menahan *fracture* yang lebih baik daripada beton yang tidak bertulang. Penambahan dosis *polypropylene* (Wu, 2000).

Berdasarkan nilai *flextural strength* yang didapatkan dari pengujian kuat lentur pada setiap spesimen, dapat disimpulkan bahwa papan partikel dengan komposisi *filler* 0,75 phr *polypropylene* dan 0,28 phr *woven fiberglass* telah memenuhi standar yang telah diisyaratkan oleh ISO 8335 1987 untuk papan partikel semen sebesar 9 N/mm<sup>2</sup> dan hasil pengujian kuat lentur tertinggi sebesar 98,302 kg/cm<sup>2</sup>. Atau bila dikonversikan menjadi 9,61 N/mm<sup>2</sup>

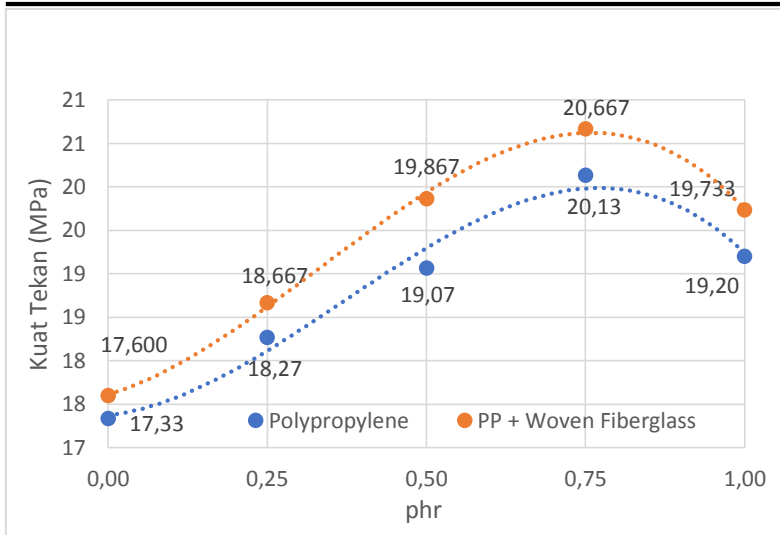
#### 4.1.2 Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui ketahanan komposit papan partikel semen dari gaya tekan atau *compressive*. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menekan spesimen komposit sampai *fracture*. Pengujian Kuat tekan dilakukan di Laboratorium Beton Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

**Tabel 4. 2** Hasil Uji Kuat Tekan

No	Matriks (%)		Filler (phr)		Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Grade
	Semen	Bata Ringan	PP	Woven Fiberglass		
1.	70	30	0	0	17,200	M
2.	70	30		0,28	17,600	M
3.	70	30	0,25	0	18,267	M
4.	70	30		0,28	18,667	M
5.	70	30	0,5	0	19,067	M
6.	70	30		0,28	19,867	M
7.	70	30	0,75	0	20,133	M
8.	70	30		0,28	20,667	M
9.	70	30	1	0	19,200	M
10.	70	30		0,28	19,733	M

Tabel 4.2 Adalah hasil dari pengujian kuat tekan atau kompresi dari material komposit dari filler *polypropylene* dan *woven fiberglass* dengan agregat bata ringan. Dari hasil pengujian yang didapatkan bahwa seiring dengan penambahan *polypropylene* dan *woven fiberglass* dalam komposit, maka akan mempengaruhi nilai kuat tekan. Dari hasil pengujian kuat tekan, didapatkan hasil kuat tekan terbesar pada komposisi 8 dengan penyusun 0,75 phr PP dan 0,28 phr *woven fiberglass* sebesar 20,667 Mpa, dan hasil terkecil pada komposisi 1 dengan penyusun 0 phr PP dan 0 phr *woven fiberglass* sebesar 17,2 Mpa.



**Gambar 4. 2** Hasil Pengujian Kuat Tekan

Gambar 4.2 Menunjukkan grafik pengaruh penambahan *polypropylene* dan *woven fiberglass* terhadap kuat tekan komposit papan partikel semen. Dari grafik diatas terlihat bahwa bertambahnya fraksi volume *polypropylene* dan *woven fiberglass* pada komposit papan partikel semen maka semakin bertambahnya nilai kuat tekan sampai pada komposisi 0,75 phr *polypropylene*. Sedangkan pada komposisi 1 phr *polypropylene* mengalami penurunan kuat tekan.

Menurut (Gunawan, et al., 2014) penambahan *polypropylene* pada beton, dapat dilihat bahwa cenderung menambah nilai kuat tekan beton ringan. Peningkatan kuat tekan paling maksimum terjadi pada kadar penambahan 0,75% dari berat volume beton. Secara lengkap, pengaruh penambahan *polypropylene* sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari berat volume beton yang diuji pada umur beton 28 hari berturut-turut adalah 14,37 MPa; 15,66 MPa; 16,40 MPa; 18,38 MPa; dan 17,14 Mpa. Hal ini terjadi karena penambahan plastik PP mampu

menahan retakan pada dosis 0,75%. Dan pada komposisi 1% PP mengalami penurunan.

Menurut (Qomariah, 2015). Kekuatan tekan beton sangat ditentukan oleh kecepatan pembebanan, dan kecepatan pembebanan sangat berhubungan dengan kuat tekan yang didapat yang tentunya terkait dengan retak halus dan rongga didalam beton. Selain itu menurut, kekasaran permukaan agregat juga pengaruh, zona transisi juga pengaruh. Penambahan cacahan plastik ukuran ,memberikan pengaruh pada zona transisi, dimana plastik menyebar dalam mortar dan zona transisi, sehingga kecepatan perambatan retak dapat ditahan lebih lambat.

Pada penambahan 1% PP komposit papan partikel semen mengalami penurunan karena Menurut (Apriliawati, et al., 2016). Pada beton dapat mengalami penurunan kekuatan pada kuat tekan, hal ini dapat disebabkan oleh penambahan plastik dapat menghalangi ikatan antara agregat dan pasta semen, lapisan benner yang pada dasarnya merupakan bahan plastik yang licin mengakibatkan pasta semen tidak dapat mengikat plastik dengan baik dan menghalangi ikatan pada agregat sehingga beton mengalami penurunan kekuatan karena mengalami slip yang sangat besar dan menjadikannya mudah patah apabila penambahannya diatas 0,8% dari fraksi volume.

Balok beton yang diperkuat dengan *fiberglass mesh* (FGM) memiliki jumlah retakan yang lebih sedikit dalam kelompok penguat yang berbentuk mesh seperti *ferrocement reinforced*. Karena diameter FGM memiliki diameter penampang yang lebih kecil dan terdiri dari bebeapa serat mikro, sehingga lebih baik dalam menahan retakan-retakan mikro .Tetapi memiliki keuletan yang relatif rendah karena memiliki sifat yang cenderung lebih kaku dibandingkan dengan penguat yang lainnya (Shaaban, et al., 2018).

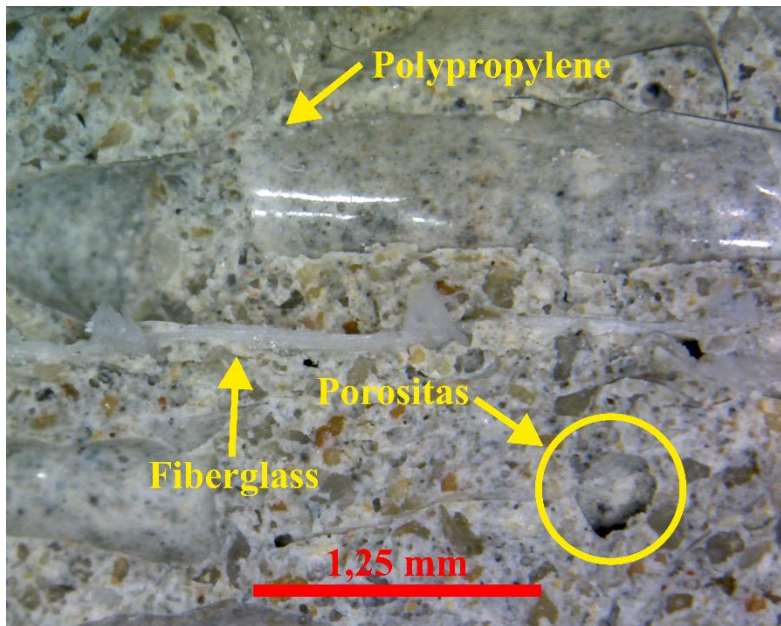
Berdasarkan nilai *kuat tekan* yang didapatkan pada setiap spesimen, dapat disimpulkan bahwa papan partikel dengan komposisi *filler* 0,75 phr *polypropylene* dan 0,28 phr *woven fiberglass* telah memenuhi standar yang telah diisyaratkan oleh

ASTM C270 pada aplikasi mortar sebesar 20,667 MPa dan hasil pengujian beban lentur tertinggi sebesar 17,333 MPa.

## 4.2 Hasil Pengamatan Struktur Mikro

### 4.2.1 Pengamatan Mikroskop Optik

Morfologi dari spesimen komposit ditunjukkan dengan mikroskop optik. Selain morfologi, mikroskop optik juga dapat melihat *interface* antara *woven fiberglass*, *polypropylene* dan agregat berupa bata ringan. Pengamatan morfologi dilakukan di Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan perbesaran 30x.



**Gambar 4. 3** Hasil Pengamatan Mikroskop Optik dengan Komposisi 0,75 phr PP dan 0,28 phr Woven Fiberglass.



Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan hasil citra dari mikroskop optik dengan komposisi 0,75 phr PP dan 0,28 phr Woven Fiberglass. Pada gambar terlihat bahwa *woven fiberglass* mengalami ikatan dengan matriks semen mortar di dalam komposit papan partikel dengan membentuk ikatan secara mekanik karena pada saat semen mortar dituang dan mengeras, terjadi reaksi hidrasi pada semen mortar tersebut dan hasil reaksi tersebut menghasilkan kristal-kristal yang sangat halus yang kemudian berikatan dengan *fiberglass*, sehingga tidak mengalami reaksi jenis apapun dengan *fiberglass*. Karena hanya mengalami perekatan saja. Terlihatnya *fiberglass*.

Kemudian terlihat bahwa beton mempunyai kecenderungan berisi rongga akibat adanya gelembung-gelembung udara. Proses porositas beton terjadi akibat adanya gelembung-gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan. Gelembung ini timbul karena adanya pemakaian air pada campuran, hal ini penting guna memperoleh campuran yang mudah dikerjakan. Namun, jika akibat yang ditimbulkan akibat penggunaan air yang berlebihan pada campuran beton adalah air yang digunakan tersebut akan menggunakan ruangan dan apabila beton tersebut telah mengeras atau kering akan meninggalkan rongga udara dalam beton. Semakin banyak kandungan air yang akan digunakan maka akan semakin banyak rongga yang terdapat dalam beton, sehingga beton yang dihasilkan kurang padat dan ini berpengaruh terhadap kekuatan beton tersebut khususnya kuat tekan beton.

Lalu pada pengamatan struktur mikro komposit menunjukkan adanya cacahan yang berbentuk memanjang. Cacahan tersebut adalah plastik *polypropylene* yang berada di dalam komposit papan semen. Penambahan *polypropylene* pada campuran papan semen dapat menyebabkan kepadatan (densitas) yang buruk (Jun, et al., 2016).

### 4.3 Hasil Pengujian Sifat Fisis

Pengujian sifat fisis pada material penyusun komposit papan partikel semen yaitu semen mortar, bata ringan, *polypropylene* dan *woven fiberglass*. Komposisi dari semen mortar dan bata ringan adalah 70% dan 30% dan perbandingan *filler* komposit dengan komposisi 0 phr, 0,25 phr, 0,75 phr dan 1 phr *polypropylene*, 0 phr dan 0,28 phr *woven fiberglass*. Sifat fisis yang dianalisa adalah hasil dari pengujian *water absorbibility*, dan pengujian densitas.

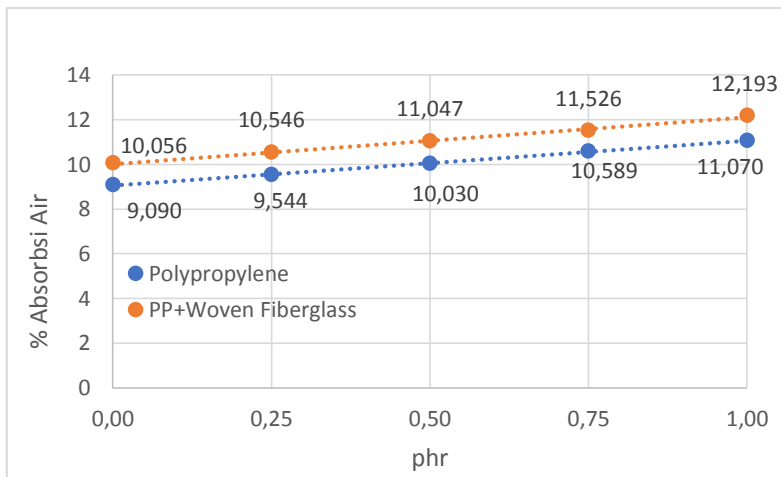
#### 4.3.1 Absorpsi Air

Pengujian Absorpsi air dilakukan untuk mengetahui kemampuan serap air dari komposit yang telah dibuat. Pengujian absorpsi air dilakukan di Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dari pengujian absorpsi air yang telah dilaksanakan, didapat hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4. 3** Hasil Pengujian Absorpsi Air

No	Matriks (%)		Filler (phr)		Hasil Absorpsi Air (%)
	Semen	Bata Ringan	PP	Woven Fiberglass	
1.	70	30	0	0	9,090
2.	70	30		0,28	10,06
3.	70	30	0,25	0	9,544
4.	70	30		0,28	10,55
5.	70	30	0.5	0	10,030
6.	70	30		0,28	11,05
7.	70	30	0,75	0	10,589
8.	70	30		0,28	11,53
9.	70	30	1	0	11,070
10.	70	30		0,28	12,19

Hasil pengujian absorpsi air dilakukan pada variasi komposisi 0 phr, 0,25 phr, 0,75 phr dan 1 phr *polypropylene*, 0 phr dan 0,28 phr *woven fiberglass*. Didapatkan hasil pengujian dengan nilai absorpsi air tertinggi pada komposisi 10 yaitu 1 phr PP dan 0,28 phr *woven fiberglass* dengan nilai penyerapan air sebesar 12,19%. Sedangkan nilai penyerapan air yang terkecil adalah komposisi 1 yaitu 0 phr PP dan 0 phr *woven fiberglass* dengan nilai absorpsi air sebesar 9,090%.



**Gambar 4. 4** Hasil Pengujian Absorpsi Air

Dari Gambar 4.4 adalah hasil dari pengujian absorpsi air dalam bentuk grafik yang dapat dilihat bahwa penambahan *filler polypropylene* dan *woven fiberglass* pada papan partikel yang telah dibuat, mempengaruhi absorpsi air. Seiring dengan penambahan fraksi volume PP dan *Woven fiberglass* akan meningkatkan nilai absorpsi air. Hal ini terjadi karena seiring bertambahnya *filler polypropylene* dan *woven fiberglass*, akan semakin banyaknya

porositas yang terbentuk pada papan semen, sehingga membuat air semakin banyak masuk ke dalam komposit.

Hal ini sesuai dengan pernyataan (*Mufika, et al., 2018*) yang menyatakan bahwa campuran pasta semen dengan plastik tidak menjadi ikatan material yang baik karena luas permukaan plastik yang halus dan bentuk plastik tidak homogen sehingga menyebabkan terdapat banyak rongga.

#### 4.3.2 Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan cara menghitung massa dan volume dari tiap spesimen agar dapat diketahui massa jenisnya. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Inovatif Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Hasil dari pengujian densitas dari papan semen partikel dapat diketahui dari Tabel 4.4.

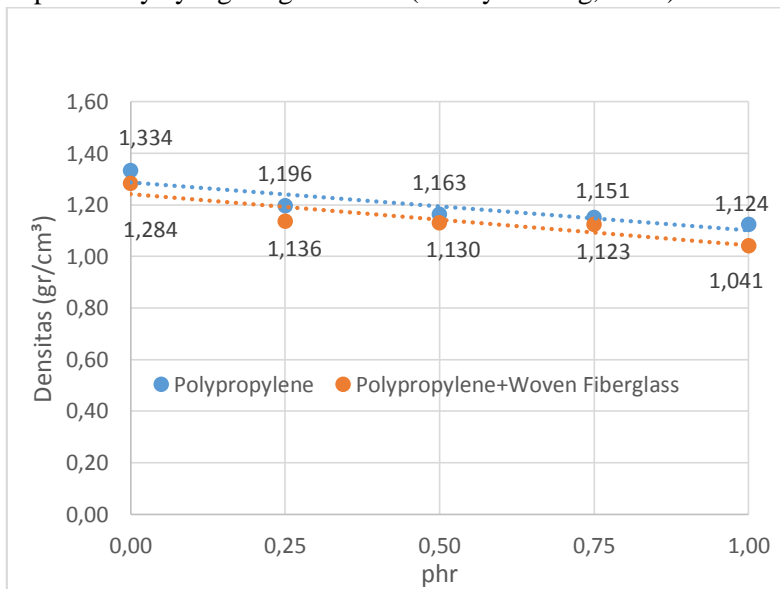
**Tabel 4. 4** Hasil Pengujian Densitas

No	Matriks (%)		Filler (phr)		Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
	Semen	Bata Ringan	PP	Woven Fiberglass	
1.	70	30	0	0	1,334
2.	70	30		0,28	1,284
3.	70	30	0,25	0	1,196
4.	70	30		0,28	1,136
5.	70	30	0.5	0	1,163
6.	70	30		0,28	1,130
7.	70	30	0,75	0	1,151
8.	70	30		0,28	1,123
9.	70	30	1	0	1,124
10.	70	30		0,28	1,043

Berdasarkan hasil pengujian densitas pada Tabel 4.4 dapat diketahui densitas komposit papan partikel semen. Spesimen nomor 1 dengan 0 phr PP dan 0 phr *woven fiberglass* memiliki nilai

densitas yang terbesar yaitu  $1,338 \text{ g/cm}^3$ , sedangkan nilai densitas terendah dimiliki oleh spesimen nomor 10 dengan berat jenis sebesar  $1,045 \text{ g/cm}^3$ .

Pada aplikasi papan semen dan untuk menghasilkan papan partikel semen yang ringan tanpa mengurangi sifat mekanik dari produk tersebut, perlu adanya penambahan agregat/filler yang memiliki densitas yang lebih ringan dari berat jenis semen itu sendiri. Seperti *fly-ash*, *blast furnace slag*, *volcano tuff*, *hollow plastic spheres*, termasuk cacahan plastik. Cacahan plastik hanya perlu ditambahkan dalam komposisi yang sangat kecil karena kepadatannya yang sangat rendah (Dubey & Peng, 2012).



**Gambar 4. 5** Hasil Pengujian Densitas Komposit Papan Partikel Semen.

Dari Gambar 4.5 dapat diketahui secara grafik bahwa nilai densitas tiap spesimen apabila ditambahkan *polypropylene* akan mengurangi densitas dan apabila PP ditambahkan *woven*

*fiberglass*, maka densitas akan cenderung menurun. Hal ini terjadi karena bertambahnya porositas seiring dengan penambahan *polypropylene* dan *woven fiberglass* pada komposit papan semen. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Karahana & Atis, 2011). Penurunan densitas terjadi karena adanya porositas yang semakin meningkat seiring dengan penambahan *polypropylene*.

Menurut (Nayiroh, 2013). Semakin besar fraksi volume material penyusun dengan densitas yang lebih besar, maka komposit yang terbentuk akan cenderung memiliki nilai densitas yang semakin besar, begitu pula sebaliknya.

Berdasarkan hasil pengujian densitas yang telah dilaksanakan, spesimen komposit papan partikel semen dari keseluruhan variasi mengalami penurunan, Komposit komposisi 10 telah memenuhi ISO 8335 1987 dengan densitas sebesar 1,043 g/cm<sup>3</sup>.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh komposisi *filler polypropylene* dan *woven fiberglass* terhadap sifat mekanik dan sifat fisis adalah.
  - a. Penambahan *polypropylene* pada komposisi 0,75 phr dan 0,28% *woven fiberglass* meningkatkan kuat lentur hingga 98,302 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 9,61 N/mm<sup>2</sup>.
  - b. Penambahan *polypropylene* pada komposisi 0,75 phr dan 0,28% *woven fiberglass*, meningkatkan kuat tekan hingga 20,66 Mpa.
2. Pengaruh komposisi *filler polypropylene* dan *woven fiberglass* terhadap sifat mekanik dan sifat fisis adalah.
  - a. Pengaruh Penambahan *polypropylene* 1 phr dan *woven fiberglass* 0,28 phr. Meningkatkan water absorbibility hingga 12,193 %.
  - b. Pengaruh penambahan *Polypropylene* 1 phr dan 0,28 phr *woven fiberglass* menurunkan densitas komposit papan semen hingga 1,041 g/cm<sup>3</sup>.
3. Variasi komposisi komposit papan semen yang dapat diaplikasikan dan memenuhi standar mutu yaitu:
  - a. Komposit dengan komposisi *polypropylene* dan *woven fiberglass* adalah 0,75 phr dan 0,28 phr karena memiliki kuat lentur tertinggi, serta memiliki densitas dan absorpsi air yang telah memenuhi kriteria ISO 8335 1087.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik antara lain:

1. Penambahan *plasticizer* agar campuran semen mortar tetap memiliki *workability* yang baik walaupun dengan campuran air yang sedikit. Sehingga dapat mengurangi porositas pada papan semen.

- 
2. Pemberian lapisan hidrofilik pada *woven fiberglass* agar dapat memiliki *interface* ikatan dengan semen menjadi lebih kuat dan mengganti cacahan plastik *polypropylene* dengan serat *polypropylene* karena serat *polypropylene* memiliki permukaan kasar agar memiliki *boundary* yang lebih kuat terhadap semen mortar.
  3. Penambahan *woven fiberglass* yang ditambah menjadi beberapa *layer* agar dapat meningkatkan sifat mekanik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliawati, A., Rahmawati, A. & Saputro, I. N., 2016. "Kajian Kuat Tekan Pada beton Serat Dengan Bahan Tambah Potongan Limbah Banner". **Jurnal Teknik Bangunan**, pp. 1-15.
- Badireddi, G. B. & Bollapragada, S. D. V. R., 2016. **Mechanical Properties of Fiber Reinforced Concrete**. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 3(2), pp. 29-32.
- Bison, 1975. "Cement-bonded Particleboard Plant Integrated with Low-cost Housing Production Unit Case Study Prepared for the FAO Portfolio of Small-scale Forest Industries for Developing Countries". **Germany: Bison Werke Bahre & Greten & Company KG**.
- Callister, William D, Jr, 2007. **Material Science and Engineering An Introduction. 8th ed.** New York: John wiley & Sons, Inc.
- Campbell, F., 2010. **Structural Composite Material**. s.l.:ASM International Copyright.
- Coretti, A. R., 1998. "Inorganic-Bonded Composite Wood Panel Systems for Low-Cost Housing: A Central American Perspective". **Composites and Manufactured Products**, 48(4), pp. 62-68.
- Cowd, M., 1991.3 **Kimia Polimer**. Bandung: ITB.
- Das, C. S., Dey, T., Dandapat, R. & Mukharjee, B. B., 2018. "Performance evaluation of polypropylene fibre reinforced recycled aggregate concrete". **Construction and Building Materials**, Volume 189, pp. 649-659.
- Dubey, A. & Peng, Y., 2012. "Fiberglass mesh scrim reinforced cementitious board system". **United States, Patent No. US20120148806A1**.
- Fajar Subekti, Mochamad Arif Irfa'I, 2018. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hybrid Berpenguat Serat Bambu Anyam dan Serat E-glass Acak Bermatrik Epoxy Terhadap Kekuatan Bending". **Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya**, 06(2), pp. 35-42.

- 
- Fратиwi, A. A., 2015. "Pemanfaatan Serat Pelepah Daun PinangG (Areca Catechu) dan Matriks Recycled Polypropylene (RPP) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit Dengan Variasi Massa". **Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.**
- Gibson, R. F., 1994. **Principles Of Composite Material Mechanics.** New York: McGraw-Hill, Inc..
- Gunawan, P., "Wibowo & Suryawan, N., 2014. Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Modulus Elastisitas". **e-Jurnal Matriks Teknik Sipil**, 2(2), pp. 206-213.
- Hadi, D. W., 2018. **Kementerian Lingkungan Hidup dan Kesehatan.** [Online] Available at: <http://www.menlhk.go.id/siaran-227-deklarasi-pengurangan-sampah-kantong-plastik.html> [Accessed Selasa Februari 2019].
- Hull, D. & Clyne, T., 1996. **An Introduction to Composite Materials.** London: Cambridge University Press.
- ISO 8335 1987. Cement Bonded Particle. International Organization for Standarization.
- J.G Haygreen, J. B., 1989. **Hasil Hutan dan Ilmu Kayu,** Suatu Pengantar. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- JIS 5417-1992. Cement Bonded Particle Board. Japanese Industrial Standard.
- Kardiyono, T., 2007. **Teknologi Beton.** Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Kumar, D. A., 2012. "Physical and Mechanical Properties of Bamboo Wastage Cement Bonded Board". **Indian Academy of Wood Science**, 9(2), pp. 170-175.
- Landi, T., 2017. "Perancangan dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis LDPE (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif". **Jurnal Teknik Mesin S-1,** Volume 5, pp. 1-8.
-

- 
- Malick, P., 2007. **Fiber Reinforce Composites Material**, Manufacturing and Design. New York: CRC Press.
- Mallick, P., 1997. **Composites Engineering Handbook**. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Maloney, P., 1993. **Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing**. USA: Miller Freeman Publication Ins.
- Martynova, E. & H., C., 2018. **Fiber Glass**. USA: Elsevier.
- Mitchell, B. S., 2004. **An Introduction To Materials Engineering and Science For Chemical and Materials Engineers**. New Jersey: John Willey & Sons, Inc.
- Mokhtar, M., 2005. "Characterization and Treatments of Pineapple Leaf Fibre Thermoplastic Composite for Construction Application". **Volume Universiti Teknologi Malaysia**.
- Murdock, L. & Brook, K., 1999. **Concrete Material And Practice**. 4 ed. Jakarta: Erlangga.
- Nayiroh, N., 2013. "Teknologi Material Komposit". Malang : **Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim**.
- Oka, G. M., 2006. "Pengaruh Pengempaan Pada Proses". **Jurnal SMARTek**, 4(1), pp. 17-24.
- Papadopoulos, A. N., 2006. "Decay of Resistance of Cement Bonded Oriented Strand Board". **BioResources**, 1(1), pp. 62-66.
- Purwaningrum, P., 2016. "Upaya Mengurangi Limbah Sampah Plastik". **Jurnal Teknik Lingkungan universitas Trisakti**, 8(2), pp. 141-147.
- Qomariah, 2015. "Pengaruh Penambahan cacahan Botol Aqua Polypropylene (PP) pada Pasir Terhadap Kinerja Beton Normal". **POKONS; Jurnal Teknik Sipil**, 11(1), pp.21-26.
- Roziqin, K., Yudo, H. & Santosa, A. B., 2017. "Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Asiwung Raja (Typha Angustipholia) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Untuk Komponen Kapal Ditinjau dari Kekuatan Tekuk dan Impak". **Jurnal teknik Perkapalan**
-

- 
- Universitas Diponegoro**, 5(2), pp. 387-396.
- Schwartz, S., 1981. "Plastic Material and Processes". **New york: Van Nostrand Reinhold.**
- Shaaban, I. G. et al., 2018. "Flexural characteristics of lightweight ferrocement beams with various types of core materials and mesh reinforcement". **Construction and Building Materials**, pp. 802-816.
- Simatupang, 1974. "Pembuatan dan Penggunaan Campuran Semen dan kayu Sebagai Bahan Bangunan". **Kehutanan Indonesia**, pp. 390-392.
- SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel. Badan Standarisasi Nasional.
- Suhdi, d., 2016. "Analisa Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Untuk Pembuatan Panel Panjang Tebing Sesuai Standar BSAPI". **Jurnal Teknik Mesin**, Volume 2, pp. 29-35.
- Sulistyo, D. T., 2016. "Pembuatan Produk dan Moulding Bumper Belakang Mobil Kijang Innova (V-2005) Berbahan Serat Glass Acak". **Program Studi Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.**
- Sumarauw, H. F. C., 2017. "Sifat Mekanis Material Komposit Berpenguat Partikel Cangkang Kepiting dengan Menggunakan Variasi Fraksi Volume Partikel 10%, 20% dan 30%". **Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.**
- Sunardi, K. S., 2013. "Sifat Optik dari Material Fiberglass dengan Filler Serat Sansiveria trifasciata dan Polystyrene Sebagai Panel Akustik". **Jurnal Fisika Indonesia**, XVII(50), pp. 36-39.
- Surdia, T., 1999. "Pengetahuan Bahan Teknik". **Jakarta: PT. Pradnya Paramita.**
- Surono, U. B., 2013. "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak". **Teknik Mesin Universitas Janabdra Yogyakarta**, 3(01), pp. 32-40.
- Tapkire, G., 2014. "Recycled Plastic Used in Concrete Paving Block". **International Journal of Research in**
-

**Engineering and Technology.**

- Wenno, R., 2014. "Kuat Tekan Mortar Dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Asal Pltu Amurang Sebagai Substitusi Parsial Semen". **Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado**, 2(5), pp. 2337-6732.
- Wessel, j. K., 2004. "Handbook of Advanced Enabling New Design". **New Jersey: A John Wiley & Sons, Inc., Publication.**
- Wu, Y., 2000. "Flexural Strength and Behavior of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Beams". **Jornal of Wuhan University of Technology-Mater**, 17(2), pp. 54-57.
- Zemajtis, J. Z., 2018. **Role of Concrete Curing**. [Online] Available at: <https://www.cement.org/learn/concrete-technology/concrete-construction/curing-in-construction> [Accessed Tuesday July 2019].

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Rule of Mixture

- Spesimen Uji Kuat Tekan, Absorpsi Air, dan Densitas  
Diketahui:

Densitas semen mortar	: 1,85 gr/cm <sup>3</sup>
Densitas Bata ringan	: 0,85 gr/cm <sup>3</sup>
Densitas <i>polypropylene</i>	: 0,91 gr/cm <sup>3</sup>
Densitas <i>woven fiberglass</i>	: 2,13 gr/cm <sup>3</sup>
Volume 5x5x5 cm	: 125 cm <sup>3</sup>

Mencari Volume terlebih dahulu dari masing – masing komponen

$$\begin{aligned}V_{mortar} &= 125 \times \% Mortar \\ &= 125 \times 70\% = 87,5 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

$$\begin{aligned}V_{bata \text{ ringan}} &= 125 \times \% Bata \text{ Ringan} \\ &= 125 \times 30\% = 37,5 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{polypropylene} &= 125 \times \% polypropylene \\ &= 125 \times 0,75\% = 0,93 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{woven \text{ fiberglass}} &= 125 \times \% woven \text{ fiberglass} \\ &= 125 \times 0,28\% = 0,36 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Mencari Berat dari masing – masing komponen

$$\begin{aligned}Berat \text{ mortar} &= 87,5 \times \rho \text{ mortar} \\ &= 87,5 \times 1,85 = 161,875 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Berat \text{ bata ringan} &= 37,5 \times \rho \text{ bata ringan} \\ &= 37,5 \times 0,85 = 31,875 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Berat \text{ polypropylene} &= 0,93 \times \rho \text{ polypropylene} \\ &= 0,93 \times 0,91 = 0,85 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Berat \text{ woven fiberglass} &= 0,36 \times \rho \text{ woven fiberglass} \\ &= 0,36 \times 2,13 = 0,77 \text{ gram}\end{aligned}$$

### Perhitungan Volume Kuat Tekan

Sampel	Volume (cm <sup>3</sup> )			
	Mortar	Bata Ringan	PP	WF
1	87,5	37,5	0	0
2	87,5	37,5	0	0,36
3	87,5	37,5	0,3125	0
4	87,5	37,5	0,3125	0,36
5	87,5	37,5	0,625	0
6	87,5	37,5	0,625	0,36
7	87,5	37,5	0,93	0
8	87,5	37,5	0,93	0,36
9	87,5	37,5	1,25	0
10	87,5	37,5	1,25	0,36

### Perhitungan Berat Kuat Tekan

Sampel	Berat (gram)			
	Mortar	Bata Ringan	PP	WF
1	161,875	31,875	0	0
2	161,875	31,875	0	0,77
3	161,875	31,875	0,284	0



4	161,875	31,875	0,284	0,77
5	161,875	31,875	0,568	0
6	161,875	31,875	0,568	0,77
7	161,875	31,875	0,85	0
8	161,875	31,875	0,85	0,77
9	161,875	31,875	1,137	0
10	161,875	31,875	1,137	0,77

#### • Spesimen Uji Kuat Lentur

Diketahui:

Densitas semen mortar : 1,85 gr/cm<sup>3</sup>

Densitas Bata ringan : 0,85 gr/cm<sup>3</sup>

Densitas *polypropylene* : 0,91 gr/cm<sup>3</sup>

Densitas *woven fiberglass* : 2,13 gr/cm<sup>3</sup>

Volume 20x5x2 cm : 200 cm<sup>3</sup>

Mencari Volume terlebih dahulu dari masing – masing komponen

$V_{mortar} = 200 \times \% Mortar$

$= 200 \times 70\% = 140 \text{ cm}^3$

$V_{bata \text{ ringan}} = 200 \times \% Bata \text{ Ringan}$

$= 200 \times 30\% = 60 \text{ cm}^3$

$V_{polypropylene} = 200 \times \% polypropylene$

$= 200 \times 0,75\% = 1,5 \text{ cm}^3$

$V_{woven \text{ fiberglass}} = 200 \times \% woven \text{ fiberglass}$

$= 200 \times 0,28\% = 0,56 \text{ cm}^3$

Mencari Berat dari masing – masing komponen

$$\begin{aligned} \text{Berat mortar} &= V_{\text{mortar}} \times \rho_{\text{mortar}} \\ &= 140 \times 1,85 = 259 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat bata ringan} &= V_{\text{bata ringan}} \times \rho_{\text{bata ringan}} \\ &= 60 \times 0,85 = 51 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat polypropylene} &= V_{\text{polypropylene}} \times \rho_{\text{polypropylene}} \\ &= 1,5 \times 0,91 = 1,365 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat woven fiberglass} &= V_{\text{woven fiberglass}} \times \rho_{\text{woven fiberglass}} \\ &= 0,56 \times 2,13 = 1,19 \text{ gram} \end{aligned}$$

### Perhitungan Volume Kuat Lentur

Sampel	Volume (cm <sup>3</sup> )			
	Mortar	Bata Ringan	PP	WF
1	140	60	0	0
2	140	60	0	0,56
3	140	60	0,5	0
4	140	60	0,5	0,56
5	140	60	1	0
6	140	60	1	0,56
7	140	60	1,5	0
8	140	60	1,5	0,56
9	140	60	2	0
10	140	60	2	0,56



### Perhitungan Berat Kuat Lentur

Sampel	Berat (gram)			
	Mortar	Bata Ringan	PP	WF
1	259	51	0	0
2	259	51	0	1,19
3	259	51	0,455	0
4	259	51	0,455	1,19
5	259	51	0,91	0
6	259	51	0,91	1,19
7	259	51	1,365	0
8	259	51	1,365	1,19
9	259	51	1,82	0
10	259	51	1,82	1,19

### Pengujian Kuat Lentur

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

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)

LAPORAN TUGAS AKHIR  
DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL FTI-ITS



Variabel (Polypropylene)		Load (kg)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Flexural Strength (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rata- rata
0%PP	1	40,8	4,06	2,23	9,054	53,955	57,721
	2	45	4,16	2,21	9,194	59,135	
	3	47	4,09	2,26	9,243	60,072	
0,25%PP	1	54	4,32	2,15	9,288	72,201	66,736
	2	54,4	4,26	2,27	9,670	66,168	
	3	47	4,27	2,18	9,309	61,840	
0,5%PP	1	61,4	4,32	2,24	9,677	75,631	72,275
	2	58	4,37	2,23	9,745	71,260	
	3	56,8	4,44	2,21	9,812	69,935	
0,75%PP	1	65,2	4,23	2,28	9,644	79,168	86,583
	2	69,87	4,13	2,2	9,086	93,327	
	3	65,6	4,11	2,21	9,083	87,255	
1%PP	1	66	4,24	2,2	9,328	85,870	78,905
	2	60,2	4,18	2,25	9,405	75,957	
	3	65,6	4,46	2,29	10,213	74,887	

Variabel (Polypropylene + Woven Fiberglass)		Load (kg)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Kuat Lentur (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rata- rata
0%PP+WF	1	54	4,33	2,26	9,786	65,193	67,118
	2	54,3	4,29	2,21	9,481	69,194	
	3	58,4	4,44	2,29	10,168	66,968	
0,25%PPWF	1	55,4	4,2	2,14	8,988	76,903	76,751
	2	53,8	4,17	2,18	9,091	72,484	
	3	58,8	4,2	2,15	9,030	80,865	
0,5%PP+WF	1	66	4,19	2,249	9,423	83,150	84,187
	2	64,2	4,17	2,17	9,049	87,295	

LAMPIRAN

	3	65	4,25	2,23	9,478	82,116	
0,75% PPWF	1	74,3	4,124	2,2	9,073	99,388	98,302
	2	72,54	4,14	2,205	9,129	96,221	
	3	73,8	4,1	2,2	9,020	99,298	
1%PPWF	1	68,2	4,36	2,15	9,374	90,351	88,911
	2	64,8	4,24	2,2	9,328	84,309	
	3	70,6	4,23	2,2	9,306	92,073	

### Perhitungan Kuat Tekan

$$Kuat Tekan = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

P = beban tekan (N)

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

Variabel (Polypropylene)		Kuat Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata	Deviasi
0%PP	1	41000	16,4	17,200	2,498
	2	38000	15,2		
	3	50000	20		
0,25%PP	1	44000	17,6	18,267	0,611
	2	46000	18,4		
	3	47000	18,8		
0,5%PP	1	48000	19,2	19,067	0,231
	2	47000	18,8		
	3	48000	19,2		

LAPORAN TUGAS AKHIR  
DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL FTI-ITS



0,75%PP	1	49000	19,6	20,133	0,462
	2	51000	20,4		
	3	51000	20,4		
1%PP	1	48000	19,2	20,133	0,400
	2	47000	18,8		
	3	49000	19,6		

Variabel (Polypropylene + Woven Fiberglass)		Kuat Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata	Deviasi
0%PPWF	1	42000	16,8	17,600	0,693
	2	45000	18		
	3	45000	18		
0,25%PPWF	1	46000	18,4	18,667	0,231
	2	47000	18,8		
	3	47000	18,8		
0,5%PPWF	1	50000	20	19,867	0,231
	2	50000	20		
	3	49000	19,6		
0,75%PPWF	1	49000	19,6	20,667	1,007
	2	52000	20,8		
	3	54000	21,6		
1%PPWF	1	50000	20	19,733	0,462
	2	50000	20		
	3	48000	19,2		

### Perhitungan Absorpsi Air

$$\text{Water Absorbity} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat basah (gram)

B = berat kering (gram)

Variabel ( <i>Polypropylene</i> )		Berat stlh absorpsi	Berat Stlh absorpsi	Hasil pengujian Absorpsi	Rata-rata absorpsi	Deviasi
0%PPWF	1	178,44	193,78	7,916	9,090	1,140
	2	175,73	193,45	9,160		
	3	174,72	194,55	10,193		
0,25%PPWF	1	174,44	193,6	9,897	9,544	1,159
	2	170,73	190,73	10,486		
	3	175,72	191,52	8,250		
0,5%PPWF	1	172,43	193,76	11,008	10,030	1,122
	2	174,11	190,92	8,805		
	3	175,74	195,87	10,277		
0,75%PPWF	1	173,12	196,02	11,682	10,589	5,305
	2	167,16	175,63	4,823		
	3	165,8	195,66	15,261		
1%PPWF	1	165,09	182,83	9,703	11,070	1,264
	2	161,61	184,06	12,197		
	3	165	186,04	11,309		

Variabel (Polypropylene + Woven Fiberglass)		Berat (stlh oven)	Berat Stlh absorpsi	Hasil pengujian Absorpsi	Rata- rata absorpsi	Deviasi
0%PP	1	176,27	194,22	9,242	10,056	1,980
	2	175,61	192,16	8,613		
	3	167,79	191,35	12,313		
0,25%PP	1	173,76	194,91	10,851	10,546	0,597
	2	171,98	190,79	9,859		
	3	170,82	191,78	10,929		
0,5%PP	1	170,06	186,21	8,673	11,047	2,091
	2	164,44	188,18	12,616		
	3	165,12	187,32	11,851		
0,75%PP	1	166,17	184,23	9,803	11,526	1,623
	2	163,67	185,46	11,749		
	3	162,93	187,33	13,025		
1%PP	1	159,26	174,74	8,859	12,193	3,009
	2	157,16	180,67	13,013		
	3	149,8	175,63	14,707		

### Pengujian Densitas

$$\rho_{pc} = \frac{m_s}{m_g - m_k} \times \rho_f$$

Keterangan:

$\rho_{pc}$  = densitas gram/cm<sup>3</sup>)

$\rho_f$  = densitas fluida (gram/cm<sup>3</sup>)



ms = massa sampe kering (gram)

mg = massa sampel yang digantung dalam air (gram)

mk = massa kawat penggantung (gram)

Variabel (Polypropylene)	Berat (gr)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata- rata	Deviasi	
0%PP	1	187,27	134,53	1,392	1,334	0,084
	2	167,61	135,45	1,237		
	3	182,79	133,29	1,371		
0,25%PP	1	153,76	135,21	1,137	1,196	0,051
	2	161,98	132,76	1,220		
	3	166,82	135,54	1,231		
0,5%PP	1	158,06	132,65	1,192	1,163	0,026
	2	154,44	133,41	1,158		
	3	155,12	136,12	1,140		
0,75%PP	1	156,17	136,33	1,146	1,151	0,012
	2	153,67	134,51	1,142		
	3	152,93	131,27	1,165		
1%PP	1	159,26	134,22	1,187	1,124	0,057
	2	147,16	137,11	1,073		
	3	149,8	134,56	1,113		

Variabel (Polypropylene + Woven Fiberglass)	Berat (gr)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata- rata	Deviasi	
0%PPWF	1	165,09	130,76	1,263	1,284	0,018
	2	171,61	132,45	1,296		
	3	178	137,65	1,293		
0,25%PPWF	1	140,12	139,31	1,006	1,136	0,168
	2	177,16	133,69	1,325		

	3	144,8	134,45	1,077		
0,5%PPWF	1	152,43	136,67	1,115	1,130	0,019
	2	154,11	137,23	1,123		
	3	155,74	135,26	1,151		
0,75%PPWF	1	148,44	136,45	1,088	1,123	0,037
	2	154,73	133,21	1,162		
	3	154,72	138,1	1,120		
1%PPWF	1	138,44	134,71	1,028	1,041	0,019
	2	141,73	137,32	1,032		
	3	144,72	136,1	1,063		

### Densitas Teoritis

$$\rho_c = \rho_m V_m + \rho_f V_f$$

Keterangan:

$\rho_c$  = densitas komposit

$\rho_m$  = densitas matriks

$\rho_f$  = densitas filler

$V_m$  = volume matriks

$V_f$  = volume filler

Diketahui : Densitas Mortar = 1,85; Densitas Bata Ringan = 0,85 ;  
Densitas PP = 0,91 ; Densitas Woven Fiberglass = 2,13.

Sampel	Fraksi Volume				Nilai Densitas
	Mortar	Bata Ringan	PP	WF	
1	0,7	0,3	0	0	1,550
2	0,7	0,3	0	0,00288	1,556
3	0,7	0,3	0,0025	0	1,553

---

4	0,7	0,3	0,0025	0,00288	1,559
5	0,7	0,3	0,005	0	1,555
6	0,7	0,3	0,005	0,00288	1,561
7	0,7	0,3	0,0075	0	1,558
8	0,7	0,3	0,0075	0,00288	1,564
9	0,7	0,3	0,01	0	1,560
10	0,7	0,3	0,01	0,00288	1,566

$$\rho_c = \rho_m V_m + \rho_{fbr} V_{fbr} + \rho_{fpp} V_{fpp} + \rho_{fwf} V_{fwf}$$

$$\rho_c = (1,85 \times 0,7) + (0,85 \times 0,3) + (0,91 \times 0,0075) + (2,13 \times 0,00288)$$

$$\rho_c = 1,295 + 0,255 + 0,006825 + 0,308$$

$$\rho_c = 1,564 \text{ g/cm}_3$$

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 2 Mei 1996 dari pasangan Nur Ikhwan dan Letina Budi Ariani. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Memiliki dua adik laki-laki bernama Burhanuddin Nur dan Fataruddin Nur. Penulis bersekolah di SDN Klampis Ngasem I, Kemudian melanjutkan ke SMPN 29 Surabaya dan melanjutkan ke SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Penulis merupakan mahasiswa aktif di ITS, Departemen Teknik Material angkatan 2015. Selama menjalankan

pendidikan di kampus ITS, penulis aktif di organisasi Himpunan Teknik Material dan Metalurgi (HMMT ITS) sebagai staff Kewirausahaan pada kepengurusan 16/17. Kemudian penulis menjadi kepala Divisi Usaha Mandiri Kewirausahaan pada pengurusan 17/18. Penulis juga pernah menjadi grader perlakuan panas pada semester ganjil pada tahun ajaran 2018/2019. Selain itu penulis juga melaksanakan kerja praktek di PT INKA Persero di Divisi Pengelasan dan di unit Metal working. Tugas Akhir yang diambil penulis adalah **“Studi Pengaruh Filler *Polypropylene* (PP) yang diperkuat oleh Woven Fiberglass Terhadap Sifat Fisis dan Sifat Mekanik Komposit untuk Aplikasi Papan Partikel Semen.**

Email : *udinfauzi.15@gmail.com*

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*