



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TL184834**

# **STUDI PENGARUH KOMPOSISI FILLER LIMBAH AMPAS TEBU YANG DIPERKUAT WIRE MESH TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK KOMPOSIT UNTUK APLIKASI PAPAN PARTIKEL SEMEN**

**REZA ADITYA NUGRAHA**  
02511540000115

Dosen Pembimbing  
Wikan Jatimurti, ST., M.Sc.  
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



## **TUGAS AKHIR - TL184834**

### **STUDI PENGARUH KOMPOSISI FILLER LIMBAH AMPAS TEBU YANG DIPERKUAT WIRE MESH TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK KOMPOSIT UNTUK APLIKASI PAPAN PARTIKEL SEMEN**

**REZA ADITYA NUGRAHA**  
**NRP. 02511540000115**

**Dosen Pembimbing:**  
**Wikan Jatimurti, ST., M.Sc.**  
**Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2019**

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*



**FINAL PROJECT - TL184834**

**EFFECT OF SUGARCANE BAGASSE FILLER COMPOSITION  
REINFORCED BY WIRE MESH ON THE PHYSICAL AND  
MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE FOR CEMENT  
PARTICLE BOARD APPLICATION**

**REZA ADITYA NUGRAHA  
NRP. 0251154000115**

**Advisor:**

**Wikan Jatimurti, ST., M.Sc.**

**Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D**

**DEPARTMENT OF MATERIAL ENGINEERING  
Faculties Of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**

*(This Page is Intentionally Blanked)*

**PENGARUH KOMPOSISI FILLER LIMBAH AMPAS  
TEBU YANG DIPERKUAT *WIRE MESH* TERHADAP  
SIFAT FISIS DAN 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 :

**REZA ADITYA NUGRAHA**

NRP 02511540000115

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Wikan Jatimurti, ST.,M.Sc.....(Pembimbing I)
2. Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D.....(Pembimbing II)



*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

**STUDI PENGARUH KOMPOSISI FILLER LIMBAH  
AMPAS TEBU YANG DIPERKUAT *WIRE MESH*  
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK KOMPOSIT  
UNTUK APLIKASI PAPAN PARTIKEL SEMEN**

**Nama** : Reza Aditya Nugraha  
**NRP** : 0251154000115  
**Departemen** : Departemen Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Wikan Jatimurti, S.T., M.Sc.  
**Co-pembimbing** : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si.,  
Ph.D.

**Abstrak**

Limbah ampas tebu (*bagasse*) adalah hasil pemrosesan penggilingan untuk membuat gula, proses penggilingan tersebut menghasilkan 35-40% ampas tebu. Dengan laju produksi tebu di Indonesia yang mencapai 2,2 juta ton pada tahun 2017 menghasilkan limbah ampas tebu yang besar. Disamping itu, kebutuhan akan semen terus meningkat seiring pesatnya pembangunan infrastruktur maupun properti, dimana menuntut kualitas bangunan yang baik dengan harga ekonomis. Salah satu cara efektif dan ekonomis untuk hal tersebut adalah penambahan *wire mesh*, hal ini karena *wire mesh* berbahan dasar logam yang di-las membentuk anyaman logam yang akan berfungsi sebagai "tulangan" semen. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan, dengan memvariasikan komposisi ampas tebu sebesar 0, phr, 1 phr, 3 phr, 5 phr dan 7 phr. Perbandingan semen dan bata ringan sebanyak 70:30 dan Faktor air semen sebesar 0,4 dari massa semen. Persiapan dimulai dengan mempersiapkan ampas tebu, menyiapkan cetakan, serta pencampuran dan penuangan pasta semen dalam cetakan serta penambahan *wire mesh*, setelah itu digunakan sesuai variasi komposisi yang diinginkan. Biarkan selama 28 hari. Pengujian yang dilakukan adalah uji Mikroskop Optik untuk mengetahui sifat fisisnya. Sedangkan untuk sifat mekanik dilakukan uji bending, uji kompresi, absorpsi air dan uji



densitas. Hasil dari percobaan ini adalah nilai absorpsi air maksimal adalah 12.71% untuk penambahan 7 phr ampas tebu tanpa diperkuat *wire mesh* dimana hasilnya sudah memenuhi standar uji ISO 8335 yang mensyaratkan nilai absorpsi air tidak lebih dari 12%. Sedangkan untuk densitasnya juga memenuhi standar ISO 8335 dimana semua spesimen memiliki nilai di atas 1.0 g/cm<sup>3</sup> dengan densitas tertinggi adalah dengan penambahan ampas tebu 1 phr yang diperkuat *wire mesh* dengan nilai 1.68 g/cm<sup>3</sup>. Nilai kuat tekan tertinggi pada penambahan ampas tebu 1 phr dengan perkuatan *wire mesh* yaitu 720.6 kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai uji kelenturan tertinggi terbesar pada komposisi 1 phr ampas tebu dengan wiremesh sebesar 121.905 Kgf/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci :** *bata ringan, ampas tebu, papan partikel, wire mesh*

**EFFECT OF SUGARCANE BAGASSE FILLER  
COMPOSITION REINFORCED BY WIRE MESH ON THE  
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF  
COMPOSITE FOR CEMENT PARTICLE BOARD  
APPLICATION**

**Name** : Reza Aditya Nugraha  
**NRP** : 0251154000115  
**Department** : Material Engineering  
**Advisor** : Wikan Jatimurti, S.T., M.Sc.  
**Co-advisor** : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D.

**Abstract**

Sugarcane waste (bagasse) is a product from sugarcane mill to produce sugar. That process consists of 35-40% sugarcane waste. With the Indonesian Sugar production rate around 2,2 million ton in 2017, produce a lot of waste. On the other hand, infrastructure is the main program from our current president, and it required a good quality and economical price. One improvement that can be added to create a good quality product is adding wire mesh to the cement. The wire mesh made by metal materials that consist of good work properties and strength, it will be the "bone" which handling and transfer the stress and also give a reinforcement. This study is created based on those aspects, with variate the bagasse composition from 0 phr, 1 phr, 3 phr, 5 phr, and 7 phr. consist a 70 phr cement and 30 phr light-brick composition with 0,4 phr water from cement mass. The process begins with preparing the bagasse, cement, and light-brick and then added with wire mesh. The molding process is after mixing the paste, this process required 28 days before the test. For a physical test, there is a Microscope Optic test, and for the mechanical test, there are Compression test, Flexural test, Water absorption test, and density test. The results are maximum water adsorption is 12,71% on 7 phr bagasse composition, which passed ISO 8335 Standard. The density is fulfilled the ISO 8335 Standard which its required more

than  $1,0 \text{ g/cm}^3$ . Highest density belongs to 1 phr bagasse composition reinforced by wire mesh with  $1.68 \text{ g/cm}^3$ . Highest Compression strength is from 1 phr bagasse composition reinforced by wire mesh with  $720,5 \text{ kgf/cm}^2$ , and the highest flexural strength is  $121,905 \text{ kgf/cm}^2$  from 1 phr bagasse composition reinforced by wire mesh.

**Keywords :** *lightweight brick waste, bagasse, particle board, wire mesh*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH KOMPOSISI FILLER LIMBAH AMPAS TEBU YANG DIPERKUAT WIRE MESH TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK KOMPOSIT UNTUK APLIKASI PAPAN PARTIKEL SEMEN”** ini dapat diselesaikan.

Penulisan Tugas Akhir ini untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir sebanyak enam SKS dan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.) serta diharapkan dapat menambah wawasan dari mahasiswa Jurusan Teknik Material FTI-ITS, sehingga bisa memiliki gambaran tentang penerapan disiplin ilmu yang dipelajari.

Penulis menyadari mungkin masih ada kekurangan-kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun dari pembaca demi penyempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga penulisan laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang.

Pada kesempatan kali ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmatnya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Ruby Hatmoko, Ibu Rina A. Harisusanti, Raka Aditya dan Rania Ayu karena telah menjadi keluarga terbaik yang memberikan segala dukungan dan doanya.
3. Wikan Jatimurti, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bekal ilmu dan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing ke dua saya yang telah memberikan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir.

5. Dr. Agung Purniawan, S.T., M.Eng selaku Ketua Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS.
6. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Material FTI-ITS.
7. Seluruh anggota Laboratorium Inovasi Material yang telah menemani proses pengerjaan tugas akhir.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang bersangkutan. Besar harapan penyusun akan saran, dan kritik yang sifatnya membangun. Terima kasih.

Surabaya, 20 Juni 2019  
Penulis,

Reza Aditya Nugraha  
02511540000115

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

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

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Komposit .....	5
2.1.1 Pengertian Komposit .....	5
2.1.2 Komponen Penyusun Komposit .....	5
2.1.3 Ikatan Filler dan Matriks .....	6
2.2 <i>Wire mesh</i> .....	7
2.3 Tebu .....	8
2.3.1 Ampas Tebu .....	9
2.4 Papan Semen Partikel .....	11
2.4.1 Syarat Mutu Papan Semen Partikel .....	12
2.5 Semen .....	13
2.5.1 Semen Pre-Mix Mortar .....	14
2.6 Rule of Mixture .....	15
2.7 Penelitian Sebelumnya .....	17

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

3.1. Diagram Alir Penelitian .....	21
------------------------------------	----

3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.2.1 Bahan Penelitian .....	22
3.2.2 Peralatan Penelitian .....	22
3.3. Variabel Penelitian .....	26
3.4. Prosedur Penelitian .....	27
3.4.1 Persiapan Bahan .....	27
3.4.1.1 Pembuatan Serbuk Ampas Tebu .....	27
3.4.1.2 Persiapan Bata Ringan .....	27
3.4.1.3 Persiapan <i>Wire mesh</i> .....	27
3.4.2 Pembuatan Komposit .....	28
3.4.3. Proses Pengujian .....	28
3.4.3.1 Pengujian Mikroskop.....	28
3.4.3.2 Pengujian Beban Lentur.....	29
3.4.3.3 Pengujian Absorpsi Air .....	30
3.4.3.4 Pengujian Densitas .....	31
3.4.3.5 Pengujian Kuat Tekan.....	32
3.5 Rancangan Penelitian .....	32
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Uji Mikroskop Optik.....	35
4.2 Hasil Uji Uji Densitas.....	42
4.3 Hasil Uji Penyerapan Air.....	45
4.4 Hasil Uji Bending.....	48
4.5 Analisa Pengujian Tekan.....	51
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>61</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>71</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Mechanical Bonding</i> .....	6
<b>Gambar 2.2</b> <i>Electrostatic Bonding</i> .....	7
<b>Gambar 2.3</b> <i>Chemical Bonding</i> .....	7
<b>Gambar 2.4</b> Perbandingan Kekuatan <i>Bending Bagasse</i> .....	19
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	21
<b>Gambar 3.2</b> Cetakan pembuatan spesimen .....	22
<b>Gambar 3.3</b> Timbangan Digital .....	23
<b>Gambar 3.4</b> Mesin <i>Microscope Optic</i> .....	23
<b>Gambar 3.5</b> Oven .....	24
<b>Gambar 3.6</b> Alat <i>Shieving</i> .....	24
<b>Gambar 3.7</b> Blender .....	25
<b>Gambar 3.8</b> Alat Uji Bending.....	25
<b>Gambar 3.9</b> Alat Uji Kompresi.....	26
<b>Gambar 3.10</b> Mekanisme Uji Kuat Lentur .....	29
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Mikroskop Optik 50x .....	35
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Mikroskop Optik dengan <i>Wire Mesh</i> 50x....	37
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Mikroskop Optik Perbesaran 200x .....	39
<b>Gambar 4.4</b> Hasil Mikroskop Optik dengan <i>Wire Mesh</i> 200x..	41
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Pengujian Densitas Komposit.....	44
<b>Gambar 4.6</b> Hasil Pengujian <i>Water Absorbability</i> Komposit...	46
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Pengujian <i>Bending</i> Komposit .....	49
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Komposit.....	53



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Komposisi Kimia Ampas Tebu .....	9
<b>Tabel 2.2</b> Sifat Mekanik Beberapa Serat Penting .....	10
<b>Tabel 2.3</b> Karakteristik <i>Bagasse</i> .....	11
<b>Tabel 2.4</b> Syarat Papan Partikel Semen (ISO 8335).....	12
<b>Tabel 2.5</b> Syarat Fisis Tipe PCC.....	14
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian .....	26
<b>Tabel 3.2</b> Rancangan Penelitian .....	32
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji Densitas Komposit .....	43
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Uji <i>Water Absorbability</i> Komposit .....	45
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji Bending Komposit .....	48
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji Kuat Tekan Komposit .....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LatarBelakang

Sub sektor perkebunan berkontribusi dalam PDB sekitar 3,47 persen pada tahun 2017. Salah satu produk dari sub sektor perkebunan adalah tebu yang pada tahun 2017 memiliki luas areal operasi 420,15 ribu hektar dengan kontribusi produksi terbesar dari perkebunan rakyat sebesar 55,41% ( Statistik Tebu Indonesia, 2017). Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2017) Produksi gula tebu di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 2,121,295 ton dan pada tahun 2018 sebesar 2,200,000 ton atau mengalami kenaikan 3,71% dibanding tahun 2017. Pada proses penggilingan tebu, ampas yang dihasilkan sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling (Penebar Swadaya, 2000). Pengolahan limbah ampas tebu salah satunya adalah dibakar lalu diletakan pada lahan terbuka pada pabrik gula, hal ini menimbulkan potensi pencemaran udara karena ukuran partikel yang kecil dan mudah terbawa angin ( Gerry dkk, 2013). Menurut pengujian oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri (2013) Manado di peroleh abu ampas tebu memiliki kadar silikat sebesar 68,5% dan bersifat *pozzolan*.

Ada tiga jenis limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan gula, yaitu limbah padat, gas dan cair. Limbah padat ada dua jenis, yaitu ampas, blotong, dan abu ketel. Limbah ampas masih dapat diolah kembali sebagai medium penumbuh jamur. Sedangkan untuk limbah blotong dan abu ketel memiliki fungsi yang mirip, dimana dapat diolah menjadi kompos dan bahan bakaran batu bata. Untuk abu ketel, karena sifatnya yang tidak baik untuk pernapasan, sehingga penanganannya berupa disiram air lalu diolah sesuai tujuan.

Selain itu mutu bangunan merupakan hal yang krusial karena menyangkut keselamatan dan umur dari suatu bangunan. Oleh karena itu ilmu tentang hal ini terus dikembangkan untuk menciptakan semen atau beton terbaik dengan harga yang rendah. Salah satu jenis inovasi tersebut adalah dengan menambahkan *wire*

*mesh* pada rangka semen atau beton tersebut. *Wire mesh* adalah serangkaian besi yang di bentuk persegi dengan luas tertentu membentuk seperti jaring, dimana proses pembuatannya menggunakan las. *Wire mesh* juga dapat digunakan sebagai pengganti besi tulangan pada semen atau beton, dimana hasil yang diberikan akan lebih ekonomis, presisi dan memiliki sifat yang lebih baik. Dengan memperhatikan aspek biaya, waktu, metode pelaksanaan, dan waste yang paling efisien adalah Plat lantai dengan tulangan *wire mesh*. (Diolana Prian M., 2017)

Hal tersebut selaras dengan tren kebutuhan semen yang ada di Indonesia, dimana kebutuhan infrastruktur terus meningkat, ditambah pemilik properti pribadi semakin banyak, menyebabkan pemanfaatan limbah tersebut akan membantu memenuhi kebutuhan tersebut. Menurut Asosiasi Semen Indonesia (2018) pada kuartal pertama 2018, kebutuhan semen meningkat 3,6% dibanding periode yang sama pada tahun sebelumnya, sedangkan pada pemetaan kebutuhan semen di Indonesia, Sumatera mengalami peningkatan 22% dibanding tahun sebelumnya, dan tren selama 4 tahun (2014-2018) menunjukkan bahwa kebutuhan semen terus meningkat yang menandakan kedepannya tren tersebut akan berlanjut di tahun-tahun berikutnya.

Salah satu dari turunan produk yang berbasis semen adalah papan partikel semen. Papan partikel semen terdiri dari *filler* dari partikel-partikel kayu atau berbahan *ligno-cellulose*, dimana semen sebagai matriks. *Filler* merupakan pengisi yang digunakan untuk pengikat agar meningkatkan modulus elastisitas, kekuatan, kekerasan, ketangguhan dan stabilitas. Kelebihan papan partikel semen dibandingkan papan partikel lainnya adalah mudah dibentuk, retardansi, tahan terhadap rayap ataupun fungsi (Fitri, 2018)

Dari latar belakang tersebut, dalam penelitian ini dilakukan rekayasa pemanfaatan limbah limbah ampas tebu dan *Wire mesh* yang diaplikasikan dalam pembuatan komposit semen papan partikel untuk mendapatkan variasi komposisi paling optimal yang memiliki sifat fisik dan sifat mekanik terbaik yang kemudian

digunakan untuk aplikasi papan partisi yang ramah lingkungan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh agregat berbahan dasar ampas tebu berpenguat *Wire mesh* terhadap sifat mekanik untuk aplikasi papan partikel?
2. Bagaimana pengaruh variasi agregat berbahan dasar ampas tebu berpenguat *Wire mesh* terhadap sifat fisis untuk aplikasi papan partikel?
3. Komposit dengan variasi komposisi manakah yang memenuhi kriteria untuk papan partikel?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan untuk mengasumsikan parameter konstanta yang pengaruhnya sangatkecil pada penelitian sehingga dapat diabaikan. Adapun batasan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Pengotor dalam campuran semen, agregat, dan *Wire mesh* dapat diabaikan.
2. Kelembaban udara dan temperatur lingkungan dianggap tidak berpengaruh.
3. Proses pengadukan bahan dianggap telah homogen.
4. Faktor penyerapan air oleh cetakan dianggap tidak ada

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengnalisis pengaruh pengikat berbahan semen dengan variasi komposisi ampas tebu berpenguat *wire mesh* terhadap sifat mekanik komposit untuk aplikasi papan partikel.
2. Mengnalisis pengaruh variasi komposisi pengikat berbahan semen terhadap sifat fisis komposit berpenguat ampas tebu dan *Wire mesh* untuk aplikasi papan partikel.

3. Mendapatkan komposit yang memenuhi standar dalam aplikasi komposit papan partikel dengan variasi komposisi agregat dan filler agar dapat diaplikasikan kedalam papan partikel.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan penggunaan limbah ampas tebu sebagai *filler* dalam komposit.
2. Mensitesis komposit yang dapat meningkatkan kekuatan papan partikel semen dengan variasi ampas tebu dan *Wire mesh*.
3. Membuat papan partikel yang tahan terhadap absorpsi air.
4. Memberikan perbandingan komposisi optimum antara ampas tebu dan *wire mesh*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Komposit**

##### **2.1.1 Pengertian Komposit**

Secara umum komposit adalah gabungan antara dua atau lebih material yang memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda dan membentuk material baru dengan sifat yang berbeda dari material pembentuknya, penggabungan bersifat makroskopis (Daniel, 1942).

Pada material komposit perbedaan pada material pembentuknya masih terlihat, menciptakan batasan. Hal ini yang membedakannya dari paduan (*Aloy*) dimana material pembentuknya menyatu dan tidak terdapat pembatas/pembeda. Struktur komposit umumnya terdiri dari dua komponen, yaitu matriks yang berfungsi sebagai perekat atau pengikat dan pelindung *filler* dari kerusakan eksternal. Sedangkan *filler* berfungsi sebagai penguat matriks (Jumadin, 2016).

##### **2.1.2 Komponen Penyusun Komposit**

Komposit dibentuk dari dua unsur yaitu unsur serat sebagai penguat (*reinforcement*) dan unsur pengikat (*matrix*). Adapun definisi dari keduanya adalah:

1. Filler adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serbuk atau serbuk. Secara umum, unsur penguat pada komposit harus memiliki keunggulan sifat yang tidak dimiliki oleh unsur pengikat. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat *E-Glass*, boron, karbon dan lain sebagainya. Bisa juga berasal dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, kantula dan lain sebagainya.
2. Matriks. (Gibson, 1994) mengatakan bahwa matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks secara umum berfungsi untuk

mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matriks memiliki fungsi antara lain :

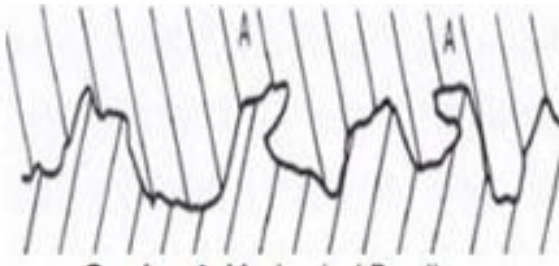
- Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur
- Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan
- Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat
- Menyumbangkan beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan, dan tahanan listrik

### 2.1.3 Ikatan *Filler* dan Matriks

Ikatan antara *filler* dengan matriks pada komposit (*interfacial bonding*) dapat terjadi melalui beberapa metode, yaitu:

#### 1. *Mechanical Bonding*

*Mechanical bonding* merupakan mekanisme ikatan yang saling mengunci yang terjadi pada dua permukaan yaitu resin dan serat yang kasar. Dalam *mechanical bonding* beban yang diterima harus paralel terhadap *interface*. Adapun skema dari *mechanical bonding* dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini:

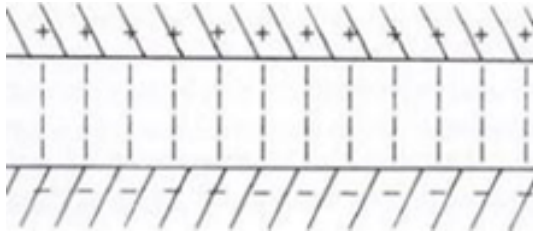


**Gambar 2.1** *Mechanical Bonding* (Matthews, 1993)

#### 2. *Electrostatic Bonding*

*Electrostatic Bonding* terjadi akibat adanya gaya tarik antara dua permukaan yang berbeda muatan listrik pada skala atomik. Ikatan ini akan sempurna apabila tidak terdapat gas pada permukaan serat. Adapun skema dari

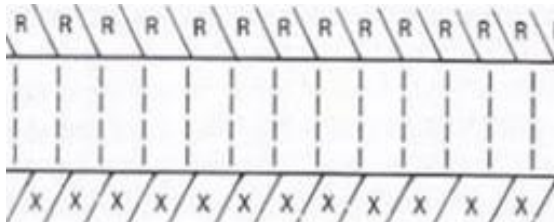
*electrostatic bonding* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah:



**Gambar 2.2** *Electrostatic Bonding* (Matthews, 1993)

### 3. *Chemical Bonding*

*Electrostatic bonding* terjadi akibat adanya energi yang lebih bersifat kimia. Besarnya ikatan ini diperoleh dari sekumpulan ikatan kimia yang bekerja pada luas penampang serat sesuai jenis ikatan kimia yang ada pada serat maupun resin. (Matthews, 1993) Adapun skema dari *chemical bonding* dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah ini:



**Gambar 2.3** *Chemical Bonding* (Matthews, 1993)

## 2.2 *Wire mesh*

Pada umumnya *Wire mesh* adalah material jaring kawat baja pengganti tulangan pada pelat yang berfungsi sama seperti tulangan. Dari segi pemasangan lebih praktis dan murah dibanding dengan tulangan konvensional. Keuntungan menggunakan *Wire mesh* antara lain mutunya yang tinggi dan konsisten terjamin bagi perencana, pemilik dan pemborong, dibandingkan dengan cara penulangan pelat lainnya. Keseragaman yang sama tidak dimiliki



oleh batang canaian panas.

Untuk membuat pelat yang ringan, tipis namun kuat, *Wire mesh* digunakan untuk memperbesar kuat lentur pelat. Memenuhi standard kelas U-50, menghasilkan penghematan biaya yang sangat berarti (Aiman, 2014)

Penambahan serat pada beton untuk memberikan tulangan untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Sudarmoko, 1990). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Swammy dkk, 1979 (Sudarmoko, 1990) menyimpulkan bahwa kehadiran serat (fiber) pada beton akan menaikkan kekakuan dan mengurangi lendutan (defleksi) yang terjadi. Penambahan serat (fiber) juga dapat meningkatkan keliatan beton, sehingga struktur akan terhindar dari keruntuhan yang tiba-tiba akibat pembebanan yang berlebihan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh Swammy dan Al-Noori, 1974, dalam (Sudarmoko, 1990) bahwa bentuk fiber akan berpengaruh pada kuat lekat yang selanjutnya berpengaruh pula pada peningkatan sifat-sifat struktural beton yang akan terbentuk. Pada beton fiber berkait kuat lekatnya akan 40 % lebih besar dibanding kuat lekat beton fiber polos.

### 2.3 Tebu

Tebu adalah tanaman yang dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan gula di Indonesia, sebesar 60% pembuatan gula di Indonesia menggunakan tebu. Memiliki nama latin (*Saccharum officinarum*) dan merupakan tanaman yang hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis berjenis rumput-rumputan. Umur tanaman hingga siap panen kurang lebih 1 tahun. (Yobel, 2018). Menurut Badan Pusat Statistik (2017) Produsen gula terbesar berada di Jawa Timur dengan presentase sebesar 52,34% diikuti oleh Lampung dengan 27,37%, Jawa Tengah sebesar 6,15%, lalu Sumatera Selatan sebesar 4,11% dan Jawa Barat sebesar 3,76%. Kontribusi terbesar ditunjukkan oleh Perkebunan Rakyat dengan presentase 55,41% dan terendah adalah Perusahaan Perkebunan Negara dengan 13,80%.

Secara fisik tanaman tebu memiliki bentuk tinggi kurus,

tidak berca bercabang dan tumbuh tegak. Tanaman yang tumbuh baik tinggi batangnya dapat mencapai 3-5 meter atau lebih. Termasuk dalam jenis rumput-rumputan bertahunan, besar, tinggi sistem perakaran besar, menjalar, batang kokoh, dan terbagi ke dalam ruas-ruas; ruas beragam panjangnya 10-30 cm, menggebu, menggegendong atau menyilindris. Pada batangnya terdapat lapisan lilin yang berwarna putih keabu-abuan, daun berpangkal pada buku batang dengan kedudukan yang berseling (Penebar Swadaya, 2000)

### 2.3.1 Ampas Tebu

Ampas tebu (*bagasse*) adalah hasil dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Ampas tebu yang dihasilkan setiap pabrik kurang lebih 35-40% dari berat tebu yang digiling. Ampas tebu mengandung 46-52% air, 43-52% sabut dan 2-6% padatan terlarut. Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Memiliki Panjang serat antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro. Hal ini membuat ampas tebu layak dijadikan papan buatan. Serat ampas *bagasse* tidak dapat larut dalam air dan sebagian besarnya terdiri dari selulosa, pentose dan lignin (Husin, 2007). Berdasarkan bahan kering, ampas tebu terdiri dari unsur C (*Carbon*) 47% ; H (*hydrogen*) 6,5% ; O (*Oxygen*) 44% dan abu (*Ash*) 2,5%. Menurut rumus Pritzelitz (Hugot, 1986) tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5% akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal/kg. Komposisi kimia dari ampas tebu ditunjukkan pada Tabel 2.1 dibawah ini

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia Ampas Tebu (Husin, 2007)

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65

Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiSiO <sub>2</sub>	3,01

Pada umumnya, pabrik gula di Indonesia memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar bagi pabrik, setelah ampas tebu tersebut mengalami pengeringan. Disamping untuk bahan bakar, ampas tebu juga banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas, particleboard, fibreboard, dan lain-lain (Sumiarsih, 1992).

Sifat mekanis serat sabut tebu dan beberapa serat penting lainnya dapat ditunjukkan pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2** Sifat Mekanis Beberapa Serat Penting (Kliwon, 2002)

Serat	Kekuatan Tarik (Mpa)	Pemanjangan (%)	Kekerasan (Mpa)
Tandan sawit	248	14	2000
Mesocarp sawit	80	17	500
Sabut tebu	140	25	3200
Pisang	540	3	816
Sasal	580	4,3	1200
Daun nanas	640	2,4	970

Menurut (Anggarwal, 1995) Limbah ampas tebu terdiri dari dua bagian yaitu luar dan dalam, dimana bagian luar terdiri dari *fibrous* sebesar 65% dan bagian dalam lembut (*non-fibrous*) disebut *pith* dengan presentase sebesar 35%. Adapun karakteristik dari *bagasse particles* ditunjukkan pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3** Karakteristik Bagasse (Anggarwal, 1995)

<i>Colour</i>	<i>Light Brown</i>
<i>Grading od particles % retention at</i>	
:	
2.36 mm	1-2
1.18 mm	50-55
600 $\mu\text{m}$	36-40
150 $\mu\text{m}$	9-10
<i>Bulk density (kg m<sup>-3</sup>)</i>	180-190
<i>Water absorption (%)</i>	250-280
<i>Ash Content (%)</i>	3-4

## 2.4 Papan Semen Partikel

Papan semen partikel adalah produk pabrik berupa lembaran panil yang diberi tekanan atau kempa, dengan bahan dasar berupa partikel-partikel kayu atau partikel dari tumbuhan direkat dengan menggunakan semen dan penambahan bahan aditive. Dalam pembuatan papan semen, tipe partikel kayu yang dapat dipergunakan sebagai bahan baku antara lain, berupa pasahan (shaving), serpih (flake), biskit (wafer), tatal (chip), sebuk gergaji (saw dust), untai (strand), kerat (sliver), dan wol kayu (wood wool excelsior). Sedangkan Papan semen-serbuk kayu adalah papan mineral yang bahan baku utamanya terdiri atas semen dan serbuk kayu. Papan semen mempunyai kelebihan tertentu seperti tahan air, tahan kebakaran, dan tahan serangan serangga perusak kayu. Sifat papan semen dipengaruhi oleh berbagai faktor. Beberapa faktor yang menentukan sifat papan semen antara lain perbandingan (rasio) semen dengan partikel kayu, besarnya tekanan kempa, kerapatan papan, jenis mineral perekat (semen) yang digunakan, kadar air partikel kayu, dimensi (ukuran) partikel kayu dan pengeras

(Simatupang, 1974) menetapkan bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen dan partikel kayu dapat dibagi atas tiga kelas, yaitu :

- a) Papan semen kayu yang memiliki berat jenis lebih kecil atau sama dengan 0,7 digunakan untuk bahan isolasi, dinding, atap pabrik, terutama untuk daerah beriklim sedang dan panas.
- b) Papan semen kayu yang memiliki berat jenis 0,70 – 0,9 dapat digunakan untuk dinding bangunan di daerah beriklim panas
- c) Papan semen kayu yang memiliki berat jenis lebih dari 0,9 banyak digunakan untuk lantai di daerah beriklim panas.

Selanjutnya (Bison, 1975) menunjukkan bahwa penggunaan papan semen partikel dalam kehidupan sehari-hari cukup luas antara lain untuk : komponen bangunan (bagian depan), komponen penguat, atap atau eternit, pelapis atas, pelindung pintu dari bahaya kebakaran, saluran pembuangan sampah, lantai, 12 dinding, dan lain-lain. (Maloney, 1993) mengemukakan bahwa papan semen partikel yang berkepadatan rendah biasanya digunakan sebagai langit-langit, peredam suara, dan untuk keperluan dekoratif, sedangkan yang berkepadatan tinggi umumnya digunakan sebagai pintu, lantai, penyekat, dinding eksterior dan interior pada bangunan umum dan komersial. Papan semen partikel dapat digunakan untuk konstruksi bukan perumahan seperti sandaran dan lantai balkon, sebagai substitusi asbes dan kayu lapis untuk semua bahan dari kayu tahan cuaca, penahan suara, dan dinding bangunan

#### 2.4.1 Syarat Mutu Papan Semen Partikel

Syarat mutu papan partikel semen diatur dalam standard ISO 8335, dimana ditunjukkan pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4** Syarat Papan Partikel Semen ISO 8335 (1987)

Sifat Papan Semen	
Densitas ( $\text{g/cm}^3$ )	>1,0
Absorpsi Air (%)	6-12
Kuat lentur ( $\text{kgf/cm}^2$ )	>90

---

Modulus Of Elasticity (kgf/mm <sup>2</sup> )	>30.591
---	---------

## 2.5 Semen

Pada dasarnya semen adalah material yang bersifat *hidrolis* dimana jika diberikan penambahan air maka akan bersifat sebagai perekat. Semen merupakan salah satu bahan wajib dalam campuran beton dan sejenisnya. Pada prakteknya, semen akan dicampur dengan material *filler* lain untuk memberikan sifat yang dibutuhkan, contohnya dicampur dengan pasir dan kerikil. Komposisi campuran tersebut terdiri dari tiga bahan dasar, yaitu *clinker*/terak semen ( 70% hingga 95%, hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silika, pasir besi dan tanah liat, *gympsum* ( sekitar 5%, sebagai zat pelambat pengerasan) dan material ketiga seperti batu kapur, *pozzolan*, abu terbang (*fly ash*) dan lainnya. Jika unsur ketiga lebih dari 3% hingga 25% maksimum, maka semen tersebut termasuk tipe PCC (*Portland Composite Cement*). (Rahadja, 1990)

Semen *portland* komposit (PCC = *Portland Composite Cement*) yakni semen yang dibuat dari hasil penggilingan terak semen portland dan gips dengan bahan anorganik. Bahan anorganik yang dicampur dapat lebih dari satu macam misalnya terak tanur tinggi, pozolan, senyawa silikat, batu kapur dan sebagainya. Terdapat pula semen masonry yang diatur dalam SNI 15-3758-2004. Semen masonry didefinisikan sebagai campuran dari semen *portland* atau campuran semen hidrolis dengan bahan yang bersifat menambah keplastisan (seperti batu kapur, kapur yang terhidrasi atau kapur *hidrolis*) bersamaan dengan bahan lain yang digunakan untuk meningkatkan satu atau lebih sifat seperti waktu pengikatan (*setting time*) dan ketahanan (*durability*). Adapun sifat fisis yang diperlukan untuk PCC ada pada Table 2.5

**Tabel 2.5** Syarat Fisis tipe PCC (SNI7064:2014, 2004)

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1.	Kehalusan dengan alat blaine	m <sup>2</sup> /kg	Min 280
2.	Kekekalan dalam <i>autoclave</i> - Pemuaiian - Penyusutan	% %	Maks 0,80 Maks 0,20
3.	Waktu pengikatan dengan jarum <i>vicat</i> - Pengikatan awal - Pengikatan akhir	Menit Menit	Min 45 Max 375
4.	Kuat tekan - Umur 3 hari - Umur 7 hari - Umur 28 hari	Kg/cm <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	Min 130 Min 200 Min 280
5.	Peningkatan semu Penetrasi akhir	%	Min 50
6.	Kandungan udara dalam mortar.	% volume	Maks 12

### 2.5.1. Semen *Premix Mortar*

*Pre-Mix Mortar* merupakan campuran yang terdiri dari campuran yang terdiri dari agregat halus, air, semen dan ditambahkan *admixture* dengan proporsi tertentu sebagai bahan perekat. Manfaat *pre-mix mortar* adalah sebagai bahan perekat dapat menutupi atau menghilangkan permukaan bata yang tidak rata untuk menyalurkan beban. Fungsi *pre-mix 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 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 (Oka, 2006)

## 2.6 Rule of Mixture

Komposit adalah material gabungan antara *filler* dan matriks, volume dari material komposit sama dengan jumlah *filler* dan matriksnya. Rumus perhitungan volume komposit adalah sebagai berikut :

$$v_m + v_f = v_c \quad (2.1)$$

Dimana,  $v_c$  – *volume of composite material*  
 $v_f$  – *volume of fiber*  
 $v_m$  – *volume of matrix*

Lalu, fraksi volume filler  $V_f$  dan fraksi volume matriks  $V_m$  dijabarkan seperti:

Hasil akhir dari penjumlahan fraksi volume adalah

$$V_f + V_m = 1 \quad (2.2)$$

Untuk fraksi berat, berat total adalah jumlah dari matriks dan fillernya, sehingga:

$$w_m + w_f = w_c \quad (2.3)$$



Dimana,  $w_c$  – *weight of composite material*  
 $w_f$  – *weight of fiber*  
 $w_m$  – *weight of matrix*

Untuk fraksi massa pada filler dan matriks didefinisikan sebagai berikut:

Jumlah dari fraksi massa adalah

$$W_f + W_m = 1 \quad (2.4)$$

### Densitas

Densitas pada komposit dapat dihitung dari rasio berat komposit dan volume komposit seperti:

$$v = \frac{w}{\rho} \quad (2.5)$$

Maka persamaan rumus untuk densitas ditulis seperti dibawah ini:  
Dengan memasukan kondisi fraksi berat,

$$= \rho_m \left( \frac{v_m}{v_c} \right) + \rho_f \left( \frac{v_f}{v_c} \right) = \rho_c \quad (2.6)$$

Densitas saat menggunakan fraksi volume

$$\rho_m V_m + \rho_f V_f = \rho_c \quad (2.7)$$

(Callister, 2007)

## 2.7 Penelitian Sebelumnya

Perkembangan ilmu pengetahuan terjadi dengan cepat, dan ilmuwan di dunia mengembangkan solusi pengelolaan limbah industri secara efektif dan ekonomis. Sumber limbah Industri terbanyak berasal dari Industri yang sangat berpengaruh dalam memenuhi kebutuhan masyarakat dan devisa negara. Salah satu industri tersebut adalah industri semen, untuk mengurangi limbah yang dihasilkan, maka dibutuhkan alternatif bahan baku lain.

Penelitian tentang ampas tebu telah dilakukan sebelumnya oleh Iswanto, 2009 dengan melihat pengaruh perendaman partikel terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel dari ampas tebu. Penelitiannya menunjukkan bahwa papan partikel terbaik dihasilkan pada perlakuan perendaman partikel dalam air panas selama 2 jam. Hasil pengujian papan partikel telah memenuhi standar JIS (Japanese Industrial Standard) A 5908-2003 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 032105-1996, kecuali untuk nilai modulus elastisitas rata-rata  $8.228,5 \text{ kg/cm}^2$  masih di bawah standar yang dipersyaratkan.

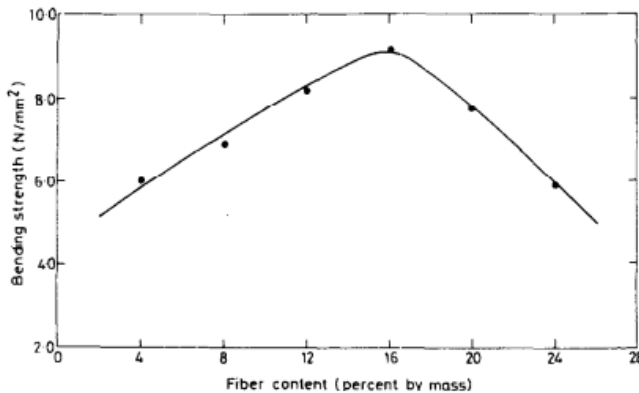
Penelitian selanjutnya oleh Pardede, 2014 dengan judul Analisa Kajian Tegangan Beton dengan Campuran Serat Ampas Tebu (bagasse). Komposisi ampas tebu yang digunakan dimulai dari 15% sampai 40%. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa nilai daya serap air meningkat seiring dengan penambahan serat ampas tebu, sedangkan untuk pengujian kuat tekan hasil terbaik didapatkan sebesar  $178,037 \text{ kg/cm}^2$  pada persentase ampas tebu 15%. Peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya digunakan ampas tebu di bawah 15%.

Menurut (Srinivasan, 2010) bahwa limbah ampas tebu memiliki kandungan silika dan ion alumunium yang tinggi, percobaan yang dilakukan adalah dengan men-subtitusi abu ampas tebu sebesar 0 , 5 , 15 , dan 25% dari berat semen dalam beton. Hasilnya dalam pengujian tekan sampel pada usia 7 dan 28 hari adalah peningkatan kekuatan beton sejalan dengan presentase penambahan abu ampas tebu.

Sedangkan menurut penelitian dari Hailu, 2012 meneliti bahwa abu ampas tebu digiling hingga ukuran dibawah  $63\mu\text{m}$  lalu menggantikan semen Portland biasa dan semen *pozzolan* dengan rasio 0 , 5 , 15 , dan 25%. Hasilnya hingga penambahan abu ampas tebu sebanyak 10% sifat beton lebih baik, diatas itu sifatnya mirip dengan beton biasa. Keuntungan selanjutnya adalah lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

Penelitian oleh (Br.Panggabean, 2012) juga menunjukkan hasil serupa seperti penelitian yang lain, dimana abu ampas tebus divariasikan sebesar 3% , 6%, dan 9% lalu dibandingkan hasilnya selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hasilnya semakin besar abu ampas tebu maka semakin kuat dan besar beton yang dihasilkan, hasil pengujian beton campuran lebih unggul dibanding beton biasa.

Penelitian oleh (Anggarwal, 1995) tentang penambahan ampas tebu terhadap sifat absorpsi air, densitas pengaruh komposisi ampas tebu terhadap volume dilakukan dan bending dilakukan. Penulis menggunakan standard ISO: 8335-19872 and IS: 2380-1977.3 sebagai acuan. Variasi *bagasse* yang diuji adalah, 4, 8, 12, 16, 20, 24 dan 28 berdasarkan massa. Hasil yang didapat adalah semakin tinggi presentase *bagasse* akan mengakibatkan turunnya nilai densitas, naiknya nilai absorpsi air, dan turunnya nilai *bonding*. Semakin tinggi tekanan yang diterapkan akan meningkatkan densitas dan menurunkan nilai absorpsi air. Untuk kekutatan *bending*, komposisi 16% menunjukkan *peak* kekuatan bending, ditunjukkan pada gambar 2.4



**Gambar 2.4** Perbandingan kekuatan *bending* dan komposisi *bagasse*

Penambahan *bagasse* optimum pada penelitian ini adalah 12-16%. Berdasarkan referensi penelitian-penelitian sebelumnya, riset ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan memberikan peningkatan performa dari material. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan solusi yang ramah lingkungan, bernilai ekonomi, mudah, dan dapat memberikan masyarakat alternatif yang lebih baik.

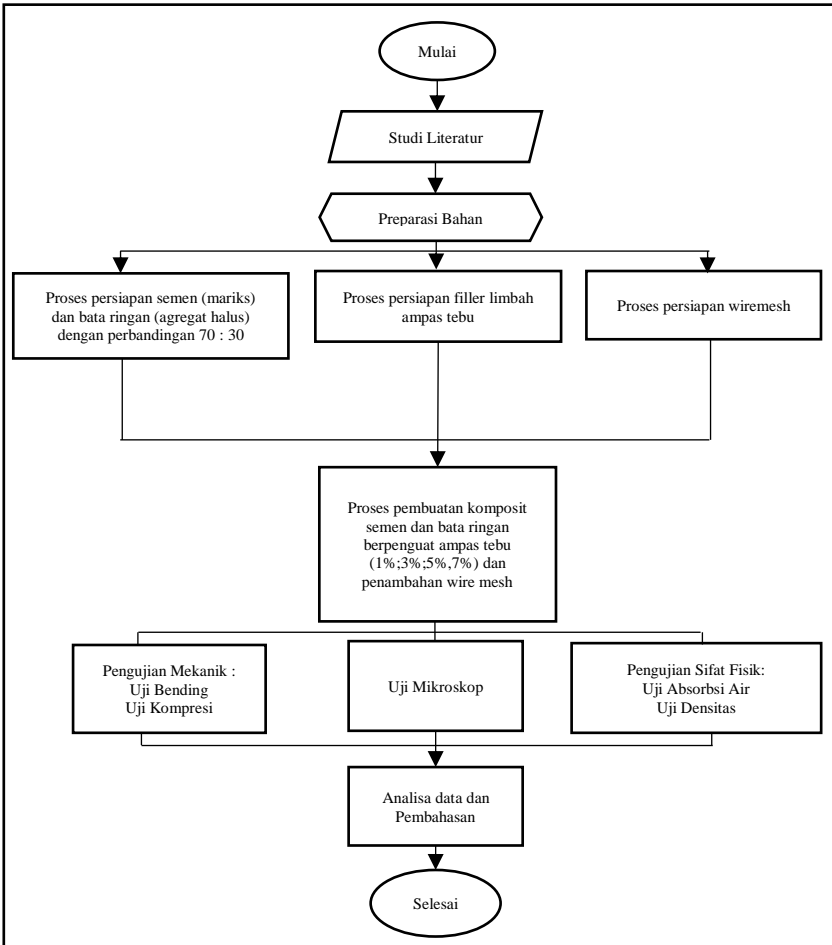
Penelitian oleh (Fitria, 2018) tentang pengaruh presentase ampas tebu pada semen partikel. Uji sifat fisik meliputi uji densitas, daya serap air dan porositas, sedangkan uji sifat mekanik terdiri dari uji kuat tekan dan kuat lentur dengan perawatan papan selama 28 hari. Persentase serbuk ampas tebu yang digunakan adalah 0; 2,5; 5; 7,5 dan 10% terhadap volume cetakan dengan ukuran 100 mesh. Hasil uji sifat fisik menunjukkan bahwa densitas terendah dicapai papan semen partikel sebesar  $1,696 \text{ g/cm}^3$  dengan penambahan 10% serbuk ampas tebu, daya serap air rata-rata tertinggi pada papan semen partikel sebesar 12,77% dengan persentase serbuk ampas tebu 10 %, porositas rata-rata tertinggi pada papan semen partikel sebesar 21,67% dengan persentase serbuk ampas tebu 10 %. Hasil penelitian untuk uji sifat mekanik menunjukkan bahwa kuat tekan rata - rata tertinggi adalah 52,4

$\text{kg/cm}^2$  dengan penambahan serbuk ampas tebu 5 % dan kuat lentur rata - rata tertinggi pada papan semen partikel adalah  $40,5 \text{ kg/cm}^2$  dengan penambahan serbuk ampas tebu 0%. Penambahan 5% serbuk ampas tebu merupakan persentase optimum pada uji kuat tekan yang dapat ditambahkan pada papan semen partikel. Nilai densitas dan daya serap air telah memenuhi SNI 03-2105-2006, namun untuk uji sifat mekaniknya belum memenuhi SNI 03-2105-2006.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Diagram Alir Percobaan

## 3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Semen  
Semen yang dipakai adalah jenis semen mortar
2. Bata Ringan  
Bata Ringan dihancurkan dan dihaluskan terlebih dahulu
3. Air  
Air yang digunakan adalah air keran di laboratorium inovasi material Departemen Teknik Material ITS
4. Limbah Ampas Tebu  
limbah ampas tebu didapat tanaman tebu yang digunakan sebagai filler pada komposit
5. *Wire mesh*  
*Wire mesh* yang digunakan berukuran 5 mm x 5 mm berbahan besi (Fe)
6. Bata Ringan  
Bata ringan didapatkan dari bata ringan bekas sisa pembangunan. Bata ringan yang digunakan adalah jenis CLC

### 3.2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Cetakan  
Gambar 3.2 menunjukkan cetakan pembuatan spesimen. Bahan yang digunakan adalah kayu dan papan kayu



**Gambar 3.2** Cetakan pembuatan spesimen

2. Timbangan Digital

Gambar 3.3 menunjukkan timbangan yang digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan



**Gambar 3.3** Timbangan Digital

3. Alat Mikroskop Optik

Mikroskop optik digunakan untuk mengetahui morfologi dari sampel komposit, yang merupakan milik laboratorium di Departemen Material FTI ITS, yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 :



**Gambar 3.4** *Microscope Optic*



#### 4. Oven

Gambar 3.5 adalah oven yang digunakan untuk mengeringkan spesimen uji *absorbability* yang telah direndam air selama 24 jam.



**Gambar 3.5** Oven

#### 5. Alat *Shieving*

Gambar 3.6 merupakan alat *shieving* yang digunakan untuk menyeragamkan ukuran serabut dan partikel.



**Gambar 3.6** Alat *Shieving 100 mesh*

#### 6. *Blender*

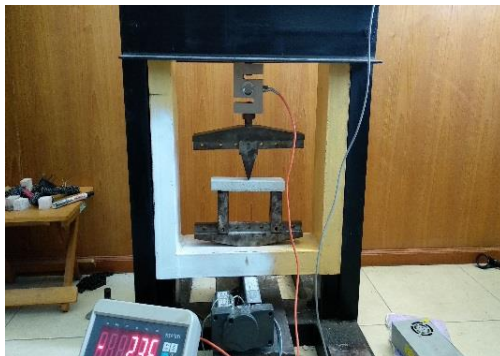
Gambar 3.7 merupakan alat yang digunakan untuk mencacah ampas tebu hingga ukuran tertentu



**Gambar 3.7** Blender

7. Alat Uji Bending

Gambar 3.8 merupakan alat untuk pengujian bending milik Laboratorium Inovasi material Jurusan Teknik Material ITS



**Gambar 3.8** Alat Uji *Bending*

## 8. Alat Uji Kompresi

Gambar 3.9 merupakan alat pengujian kompresi milik laboratorium Beton Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi



**Gambar 3.9** Alat Uji Kompresi

## 3.3 Variabel Penelitian

Tabel 3.1 menunjukkan variable lpenelitian yang akan digunakan pada penelitian yang akan dilakukan.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

No	Campuran Semen dan Bata Ringan ( phr) (70:30)	Limbah Ampas Tebu ( phr)	Wire mesh
1		0	-
2		1	-
3		3	-
4		5	-
5		7	-
6		0	V
7		1	V
8		3	V
9		5	V
10	7	V	

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Persiapan Bahan**

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

##### **3.4.1.1 Pembuatan Serbuk Ampas Tebu**

1. Menjemur ampas tebu dibawah sinar matahari untuk menghilangkan kandungan airnya.
2. Memotong ampas tebu dan memisahkan bagian luar dan dalamnya.
3. Menghaluskan ampas tebu dengan blender selama 3 menit
4. Mengayak ampas tebu dengan ayakan ukuran sebesar 100 mesh
5. Menimbang hasil ayakan sesuai kebutuhan

##### **3.4.1.2 Persiapan Bata Ringan**

1. Menjemur bata ringan dibawah sinar matahari untuk menghilangkan kandungan airnya.
2. Menghancurkan bata ringan yang telah dijemur hingga berbentuk partikel – partikel kecil, kemudian melakukan *sieving* dengan ayakan 18 mesh.

##### **3.4.1.3 Persiapan *Wire mesh***

1. Memastikan ukuran *Wire mesh* sesuai spek dengan mengukur luas kotak pada *wire mesh* tidak lebih dari 5 x 5 mm
2. Memilih bagian *wire mesh* yang tidak terdapat bengkok atau las-an yang putus
3. Mengukur *wire mesh* untuk specimen
4. Memotong *wire mesh* sesuai ukuran yang ditetapkan.
5. Meratakan hasil potongan *wire mesh* dengan melipat ke arah yang berlawanan dari arah gulungan
6. *Wire mesh* siap dipakai.

### 3.4.2 Pembuatan Komposit

1. Menimbang massa dari semen, bata ringan dan air dengan perbandingan 70% : 30% : 0.4%
2. Menimbang massa dari agregat limbah ampas tebu dengan komposisi yang diinginkan
3. Menuangkan agregat ke dalam wadah yang berisi campuran semen dan bata ringan, lalu dicampur
4. Menuangkan air ke dalam wadah yang berisi campuran semen, bata ringan dan agregat limbah, setelah itu dilakukan pengadukan
5. Setelah itu, menuangkan setengah semen komposit ke dalam cetakan yang tersedia
6. Meletakkan *wire mesh* pada cetakan
7. Mengisi sisa cetakan dengan komposit.
8. Menunggu waktu *curing* komposit.
9. Melakukan pembuatan komposit untuk komposisi rancangan uji yang berbeda

### 3.4.3 Proses Pengujian

#### 3.4.2.1 Pengujian Mikroskop Optik

Pengujian mikroskop optik bertujuan untuk mempelajari morfologi (bentuk permukaan).

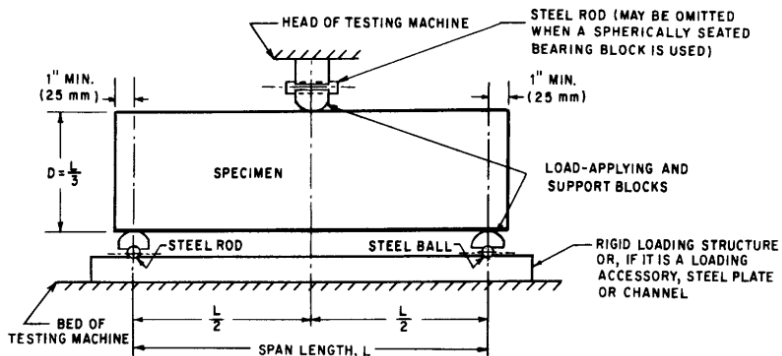
Pengujian mikroskop menggunakan alat bernama *digital microscope USB* dimana menggunakan sinar pantul dalam membentuk bayangan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Adapun cara kerja dari mikroskop adalah dengan memusatkan berkas sinar yang tampak oleh mata untuk membentuk bayangan objek yang diperbesar. Sumber cahaya dapat berasal dari cahaya matahari maupun cahaya lampu listrik. Kekuatan pembesaran mikroskop cahaya merupakan perkalian kekuatan lensa-lensa penyusunannya, yaitu kekuatan lensa objektif dan lensa okuler.

Sebelum melakukan pengujian dilakukan kalibrasi untuk mengetahui nilai perbesaran yang dihasilkan menggunakan standar ASTM E 1951.

### 3.4.3.2 Pengujian Beban 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 spesimenseperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Mekanisme Uji Kekuatan Lentur

Mesin yang digunakan adalah mesin uji bending milik Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material FTI-ITS. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM C-293. Dimensi spesimen yang diuji sesuai standar tersebut.

Kekuatan lentur suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3.1)$$

Keterangan :

$\sigma_f$  = KekuatanLentur (MPa)

L = Support span (mm)

P = Beban patah (N)

b = lebarspesimen (mm)

d = tebalspesimen (mm)

### 3.4.3.3 Pengujian Absorpsi Air

Pengujian angka penyerapan air digunakan untuk menghitung perubahan berat dari suatu agregat akibat air yang menyerap ke dalam pori di antara partikel pokok dibandingkan dengan pada saat kondisi kering. Standar proses pengujian nilai penyerapan air mengacu pada ASTM C1403-13 dimana dalam prosesnya spesimen direndam terlebih dahulu di dalam akuades selama 24 jam kemudian ditimbang untuk mengetahui berat basah dari spesimen yang ada. Setelah itu spesimen dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dalam temperatur 50° C kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering dari spesimen tersebut. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia tentang genteng, besar *water Absorability* maksimal adalah 10 %. Kemudian data yang ada dimasukkan ke persamaan 3.2 untuk mengetahui nilai *Water absorbability*-nya. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Absorpsi} = \left( \frac{w-k}{k} \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

W = berat material dalam keadaan basah (gram)

K = berat material dalam keadaan kering (gram)

#### 3.4.3.4 Pengujian Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. Untuk pengukuran densitas komposit menggunakan metode Archimedes mengacu pada standard ASTM C642 dalam Murdock (1991) dan dihitung dengan persamaan:

$$\rho_{pc} = \frac{\text{massa}}{\text{Volume}} \quad (3.3)$$

Keterangan:

$\rho_{pc}$  = densitas ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$m_s$  = massa sampel kering (gr)

$m_g$  = massa sampel digantung didalam air

$m_k$  = massa kawat penggantung (gr)

$\rho_{\text{air}}$  = densitas air = 1 ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

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



### 3.4.3.5 Pengujian Kuat Tekan (Compression Strength)

Kuat tekan adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodimulyo, 1996). Dalam pengujian ini standar yang digunakan adalah ASTM C109. Ukuran dimensi spesimen adalah 5cmx5cmx5cm. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan.:

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

Keterangan:

P = beban tekan (N)

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

### 3.5 Rancangan Penelitian

Berikut adalah Tabel 3.2 rancangan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian kali ini, :

**Tabel 3.2 Rancangan Penelitian**

No	Komposisi Campuran semen/bata ringan/AT	Pengujian				
		Mikro skop Optik	Kompresi	Absorb Air	Den sitas	Beban Lentur
1	70/30/0	V	V	V	V	V
2	70/30/1	V	V	V	V	V
3	70/30/3	V	V	V	V	V
4	70/30/5	V	V	V	V	V

---

5	70/30/7	V	V	V	V	V
6	70/30/0*	V	V	V	V	V
7	70/30/1*	V	V	V	V	V
8	70/30/3*	V	V	V	V	V
9	70/30/5*	V	V	V	V	V
10	70/30/7*	V	V	V	V	V

**Keterangan :** (\*) memakai *wire mesh*

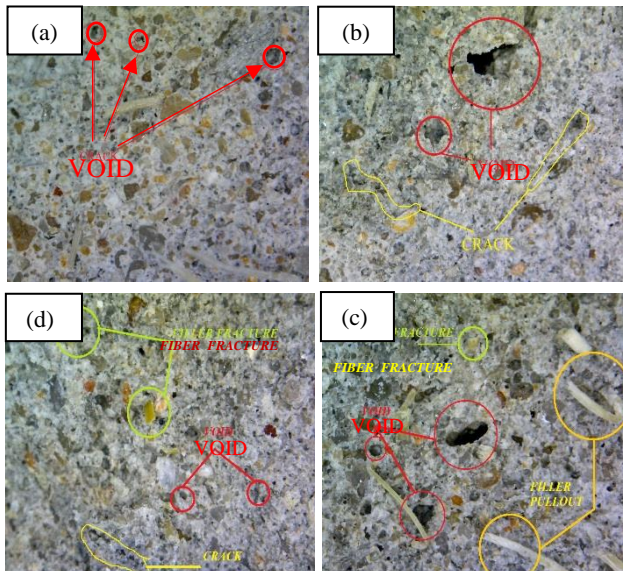
*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Uji Mikroskop Optik

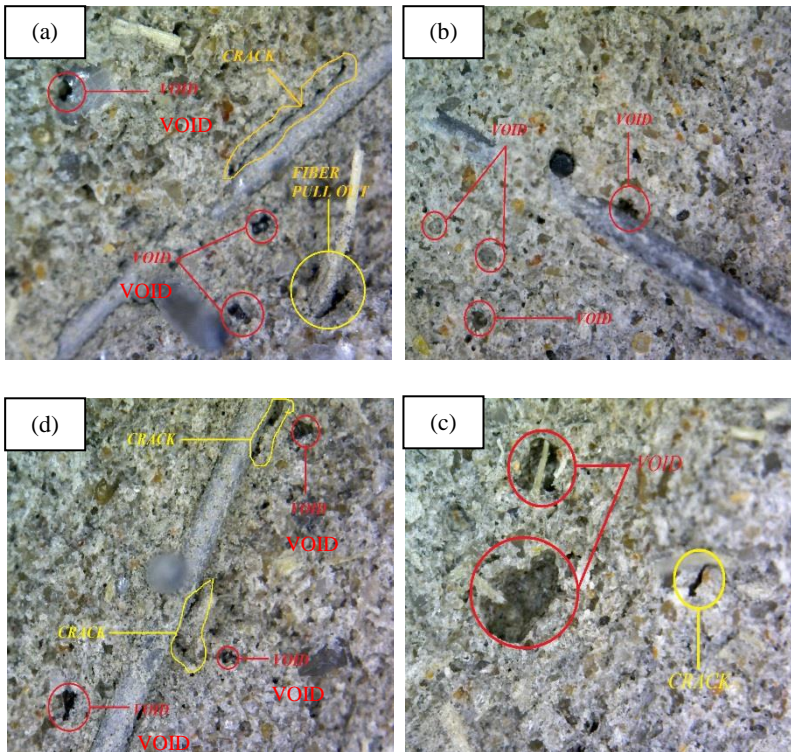
*Mikroskop Optik Testing* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui morfologi komposit yang diperlihatkan oleh citra fotomikrografi. Pengujian dilakukan dengan Perbesaran alat yang dapat diatur mulai dari 50x hingga lebih dari 1000x. Secara visual, dapat menunjukkan bagaimana material penyusun komposit berikatan dan mendeteksi cacat seperti *void*. Pada pengujian ini, sampel uji memiliki komposisi 70 phr Semen mortar, 30 phr Bata ringan, dan variasi ampas tebu 1 phr, 3 phr, 5 phr dan 7 phr serta dengan *wire mesh*. Hasil Mikroskop optik pada tiap komposit ditunjukkan oleh Gambar 4.1



**Gambar 4.1** Hasil Mikroskop Optik Komposit dengan 70 phr Semen mortar 30 phr Bata ringan (a) 1 phr Ampas tebu (b) 3 phr Ampas tebu (c) 5 phr Ampas tebu (d) 7 phr Ampas tebu Perbesaran 50x

Gambar 4.1 menunjukkan perbandingan hasil citra fotomikrografi Mikroskop Optik dari komposit dengan komposisi 70 phr Semen mortar 30 phr Bata ringan (a) 1 phr Ampas tebu (b) 3 phr Ampas tebu (c) 5 phr Ampas tebu (d) 7 phr Ampas tebu Perbesaran 50x. Terlihat morfologi sampel (a) memiliki morfologi yang lebih merata dibanding dengan gambar (b), (c), dan (d) ditandai dengan lebih sedikitnya poros yang terlihat, hal ini adalah indikasi komposisi ampas tebu yang diberikan pada gambar (a) mampu menutup celah yang ada pada campuran. Pada gambar (b), terlihat poros dengan ukuran yang cukup besar, hal ini menandakan bahwa penyebaran ampas tebu pada campuran kurang homogen, yang menyebabkan adanya rongga yang tidak tertutup oleh serbuk ampas tebu. Serta wettability yang kurang baik, dimana *matrix* tidak dapat membasahi *filler* dengan sempurna, hal ini menyebabkan adanya rongga antara *filler* dan *matrix*. Permukaan yang cenderung kasar pada gambar (b) menandakan campuran berikatan dengan cukup baik. Pada benda getas, hasil patahan akan halus dan permukaan patahan cenderung rata, adanya perbedaan pada permukaan patahan menandakan terjadi ikatan antara material penyusun. Selain itu *void* ini timbul akibat proses manufaktur komposit yang kurang sempurna saat proses pencetakan sehingga gelembung udara terperangkap dan membentuk *void*/pori di dalam komposit tersebut (Rohman, 2018). Menurut (Wenni Fitri, 2018) banyaknya rongga udara atau *void* pada papan semen partikel menyebabkan semakin kecilnya nilai densitas, maka daya serap air semakin tinggi. Dengan demikian dapat dikatakan nilai porositas berbanding terbalik dengan nilai densitas.

Menurut (Brandt, 1995) Penurunan kekuatan pada semen disebabkan oleh *void*, yang terjadi karena turunnya sisa air untuk proses hidrasi dan tertutupnya akses air oleh produk hasil hidrasi.



**Gambar 4.2** Hasil Mikroskop Optik Komposit dengan 70 phr Semen Mortar 30 phr Bata Ringan (a) 1 phr Ampas Tebu (b) 3 phr Ampas Tebu (c) 5 phr Ampas Tebu (d) 7 phr Ampas Tebu dengan *Wire Mesh* Perbesaran 50x

Pada Gambar 4.2. menunjukkan Hasil Mikroskop Optik Komposit dengan 70 phr Semen mortar 30 phr Bata ringan (a) 1 phr Ampas tebu (b) 3 phr Ampas tebu (c) 5 phr Ampas tebu (d) 7 phr Ampas tebu dengan *wire mesh* Perbesaran 50x. Pada sampel (a) terlihat hanya terbentuk sedikit rongga diantara campurannya, hal ini menunjukkan ikatan yang terjadi antara matriks dan *filler* sudah baik. Rongga tersebut dapat terjadi antara campuran yang

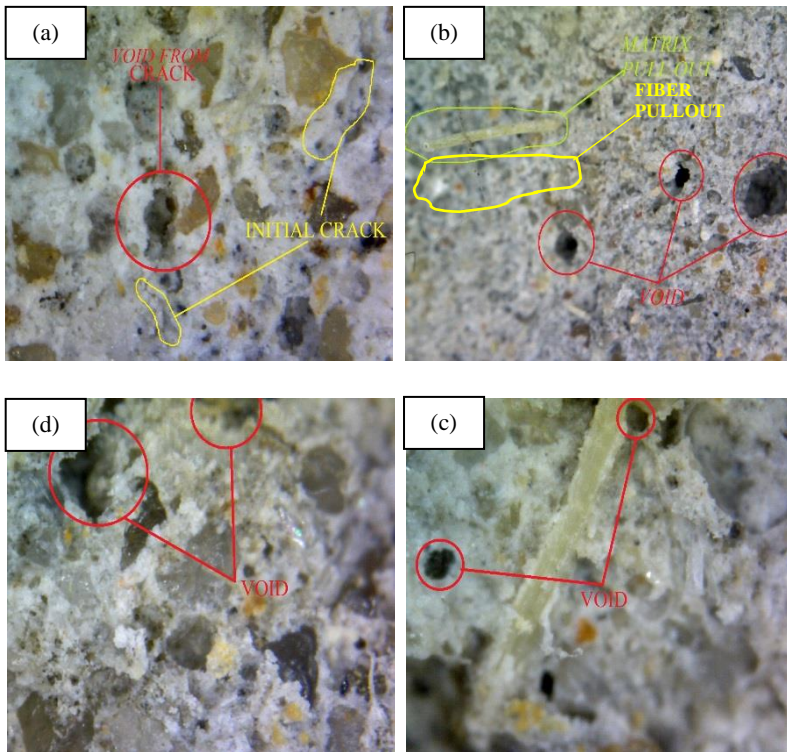
belum sepenuhnya homogen atau akibat dari hasil pengetesan, yaitu rongga yang terbentuk merupakan bekas dari agregat yang sebelumnya berikatan dan lepas saat *fracture*, menyebabkan permukaan tidak rata dan terbentuknya rongga. Dereta *wire mesh* pada gambar tersebut hanya memiliki sedikit rongga disekelilingnya, menandakan ikatan antara *wire mesh* dan campuran sangat baik.

Pada gambar (b) dengan komposisi 3 phr ampas tebu, terlihat bahwa *wire mesh* melekat pada campuran ampas tebu, terdapat lapisan semen disekitar *wire mesh* dengan sedikit rongga, mengindikasikan terbentuknya lapisan yang lebih padat disekitar *wire mesh* efek dari kompaksi untuk mempertahankan dimensi spesimen uji sehingga menjadi lebih padat. Penyebaran fraksi ampas tebu tidak mengumpul pada satu tempat, menandakan penyebaran sudah merata untuk seluruh bagian spesimen.

Pada gambar (c) terlihat rongga berukuran besar dan terlihat ampas tebu yang lebih banyak dibanding gambar lainnya, mengindikasikan bahwa penyebaran fraksi ampas tebu belum sepenuhnya homogen. Terlihat serat ampas tebu belum mampu menutup semua rongga yang ada.

Pada gambar (d) *filler* ampas tebu tidak sebanyak gambar (c) sehingga dapat dikatakan bahwa campuran lebih homogen dibandingkan dengan gambar (c), selain itu terdapat rongga disekitar *wire mesh* gambar (d), hal ini terjadi karena tekanan selama percobaan hingga *fracture*, membuat campuran yang bertumpu pada *wire mesh* retak, lalu pecah saat *wire mesh* ikut berdeformasi.

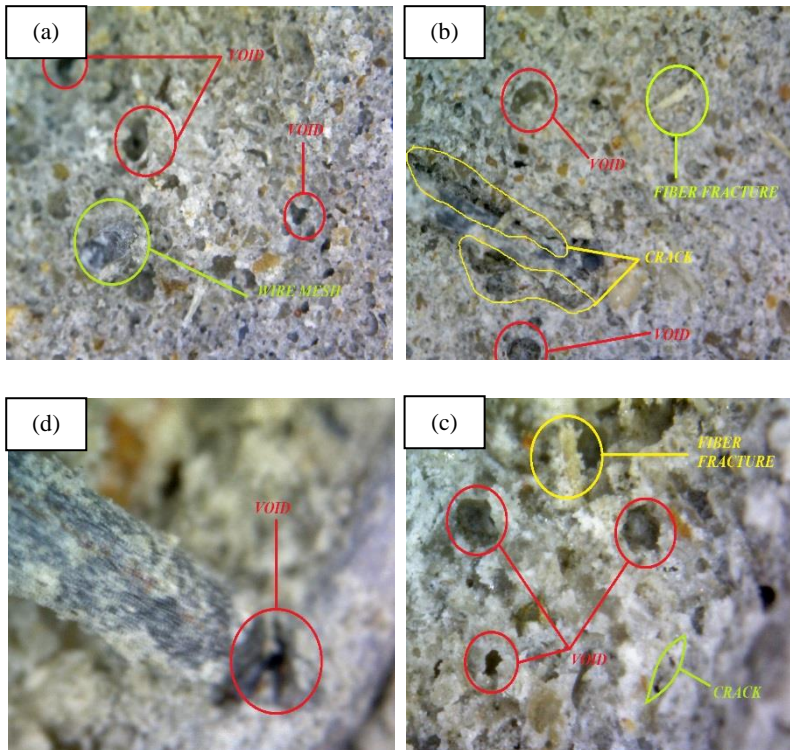




**Gambar 4.3** Hasil Mikroskop Optik Komposit dengan 70 phr Semen Mortar 30 phr Bata Ringan (a) 1 phr Ampas Tebu (b) 3 phr Ampas Tebu (c) 5 phr Ampas Tebu (d) 7 phr Ampas Tebu Perbesaran 200x

Gambar diatas menunjukkan struktur pada permukaan patahan spesimen akibat pengujian dengan perbesaran 200x. Terlihat ada beberapa *micro crack* pada gambar diatas. Untuk gambar (a) terdapat rongga dengan beragam ukuran. Rongga berwarna hitam mengindikasikan memiliki tingkat kedalaman yang lebih dibanding dengan rongga berwarna lebih terang. Ikatan antara *filler* dan *matrix* yang kuat. Gambar (c) adalah spesimen dengan komposisi

ampas tebu sebesar 5 phr, serat ampas tebu dan campuran semen berikatan dengan kuat, ditandai dengan ampas tebu yang terlihat memiliki sisa campuran semen di sekitarnya saat terlepas. Untuk gambar (d) adalah spesimen dengan kandungan ampas tebu sebesar 7 phr memiliki permukaan lebih kasar dan kedalaman rongga yang cenderung lebih dalam dibanding komposisi lain. Menurut (Brandt, 1995) *Void* atau *crack* adalah proses pembetukan permukaan bebas baru, dimana pada permukaan bebas yang baru tidak terdapat tegangan. *Void* atau *crack* disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya ukuran agregat yang berbeda ukuran, dan adanya tegangan antar sambungan.



**Gambar 4.4** Hasil Mikroskop Optik Komposit dengan 70 phr Semen Mortar 30 phr Bata Ringan (a) 1 phr Ampas Tebu (b) 3 phr Ampas Tebu (c) 5 phr Ampas Tebu (d) 7 phr Ampas Tebu dengan *Wire Mesh* Perbesaran 200x

Pada gambar (a) terdapat tampak atas *wire mesh* dan campuran semen, dimana ada daerah sekitar *wire mesh* yang tidak berongga, namun terdapat rongga berbentuk seperti lingkaran dan memanjang, rongga memanjang dapat disebabkan *fracture* akibat pengujian, sedangkan untuk rongga berbentuk lingkaran merupakan hasil dari proses pencampuran matriks dan *filler* yang kurang sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa pada titik patahan antara dua

sisi tersebut, campuran disekitar *wire mesh* lebih padat dibanding sisi kedua. Sedangkan pada gambar (b) menunjukkan hal serupa, ada bagian serat ampas tebu yang mengenai *wire mesh*, tidak ada bekas ikatan antara ampas tebu dan *wire mesh*, menunjukkan bahwa keduanya memiliki ikatan yang rendah dibanding ampas tebu dengan semen maupun *wire mesh* dengan semen. Pada gambar (c) terlihat ikatan antara semen dan *wire mesh* cukup kuat ditandai dengan adanya bekas campuran semen pada ampas tebu pada gambar. Untuk gambar (d) merupakan gambar yang berfokus pada kondisi *wire mesh* setelah pengujian bending.

Sisa semen yang menempel menunjukkan hasil dari tekanan kompaksi saat pembuatan spesimen, serta adanya ikatan antar material untuk mempertahankan dimesni spesimen yang berpengaruh pada kekuatan ikatan sekitar *wire mesh*. Penekanan itu bias dilakukan karena serat fibre tersebut memiliki sifat seperti *sponge* dimana saat tekanan dilepas, matrix tersebut akan menyerap air bebas dan menurunkan void.

Menurut (William D. Calister, 2009) Penambahan *wire mesh* atau tulangan berbahan baja atau besi akan meningkatkan sifat mekanik komposit semen, karena *wire mesh* memiliki nilai ekspansi thermal yang serupa dengan jenis semen mortar atau Portland, sehingga akan meminimalisir *crack* akibat laju perkembangan ekspansi thermal. Serta *wire mesh* memiliki kekuatan ikatan yang baik dengan semen.

Menurut (Ni, 1995) adanya penguat seperti logam atau keramik akan menyebabkan semen bereaksi dengan membentuk lapisan yang lebih padat disekitar penguat tersebut. Lapisan padat tadi berkurang sejalan dengan menjauhnya jarak antara permukaan penguat dan lapisan tersebut.

## 4.2 Hasil Uji Densitas

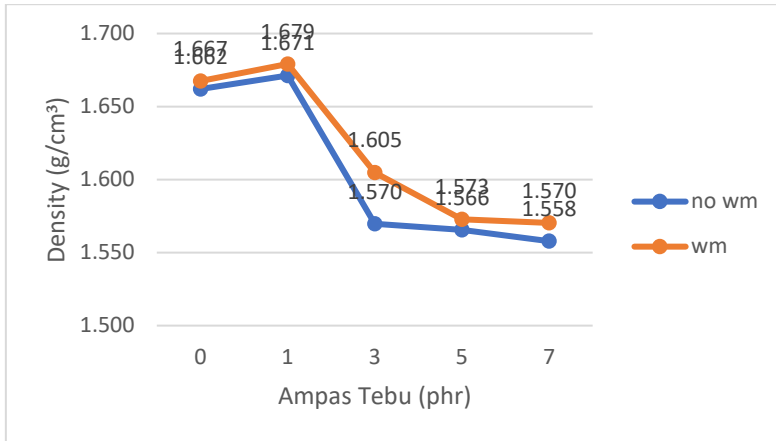
Pengujian densitas dilakukan dengan cara menghitung massa dan volume dari tiap spesimen agar dapat diketahui massa jenisnya. Hasil pengujian densitas dari spesimen papan partikel yang telah dibuat ditunjukkan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Uji Densitas Komposit

No	Campuran semen/Bata Ringan ( phr)	Ampas Tebu ( phr)	Wire mesh	Density $g/cm^3$
1	70/30	0	-	1.662
2	70/30	1	-	1.671
3	70/30	3	-	1.570
4	70/30	5	-	1.566
5	70/30	7	-	1.558
6	70/30	0	V	1.667
7	70/30	1	V	1.679
8	70/30	3	V	1.605
9	70/30	5	V	1.573
10	70/30	7	V	1.570

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat spesimen nomor 7 yang terdiri dari 70 phr semen, 30 phr bata ringan, 1 phr Ampas tebu dan memakai *wire mesh* memiliki densitas terbesar dengan nilai  $1.68 \text{ gr/cm}^3$ . Sedangkan nilai terkecil ada pada spesimen nomor 5 dengan kandungan 70 phr semen, 30 phr bata ringan, 7 phr Ampas tebu tanpa menggunakan *wire mesh* dengan nilai sebesar  $1.55 \text{ gr/cm}^3$ .

Menurut studi yang dilakukan (Anggarwal, 1995) bahwa semakin besar campuran ampas tebu maka akan menurunkan nilai densitas, penambahan ampas tebu juga akan menaikkan volume spesimen. *Wire mesh* yang digunakan juga menaikkan densitas karena materialnya adalah besi dengan densitas  $2.29 \text{ gr/cm}^3$ .



**Gambar 4.5** Hasil Pengujian Densitas Komposit

Pada Gambar 4.5 menunjukkan nilai densitas spesimen uji dimana nilai densitas terbesar adalah spesimen dengan komposisi semen 70 phr, bata ringan 30 phr, ampas tebu 1 phr dengan *wire mesh*, sedangkan nilai densitas terendah pada spesimen dengan komposisi semen 70 phr, bata ringan 30 phr dan ampas tebu 7 phr tanpa *wire mesh* dengan nilai. Sedangkan nilai densitas mengalami penurunan setelah penambahan 1 phr ampas tebu, hal tersebut sesuai dengan hasil absorpsi air, dimana grafik pada Gambar 4.5 memiliki pola yang terbalik, dibandingkan dengan grafik pada Gambar 4.6. Hal ini menandakan semakin besar nilai absorpsi air maka densitas akan semakin rendah. Sedangkan Semakin besar fraksi volume material penyusun dengan densitas yang lebih besar, maka komposit yang terbentuk cenderung memiliki nilai densitas yang juga besar. Nilai densitas berkaitan erat dengan nilai *water absorbability*, dimana nilai *water absorbability* yang tinggi akan berdampak negatif pada sifat mekanik semen, hal ini disebabkan oleh sifat komposit semen yang sensitif terhadap perubahan panjang atau diameter *filler*. Hal tersebut akan memicu *initial crack*. Pada serat berselulosa, penambahan dimensi terjadi saat serat menyerap air. Kenaikan penggunaan serat terlalu banyak juga akan

mengurangi kelecakan beton sehingga beton akan sulit dipadatkan dan akan menyebabkan nilai densitas naik.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hospodarova, 2017) Hubungan antara nilai densitas dan penambahan serat alam berselulosa akan menurunkan nilai densitas. Hal ini berhubungan dengan kekuatan ikatan yang terjadi antara campuran semen dan serat tersebut lebih lemah dibanding ikatan semen dengan sejenisnya. Selain itu penurunan nilai densitas terjadi karena serat membawa udara masuk saat proses *mixing*, hal tersebut semakin besar seiring penambahan serat.

Berdasarkan hasil pengujian densitas yang telah dilakukan, spesimen dari seluruh variasi komposisi telah memenuhi standar ISO 8335 dari sebuah papan partikel yaitu memiliki densitas diatas  $1 \text{ g/cm}^3$ .

### 4.3 Hasil Uji Penyerapan Air

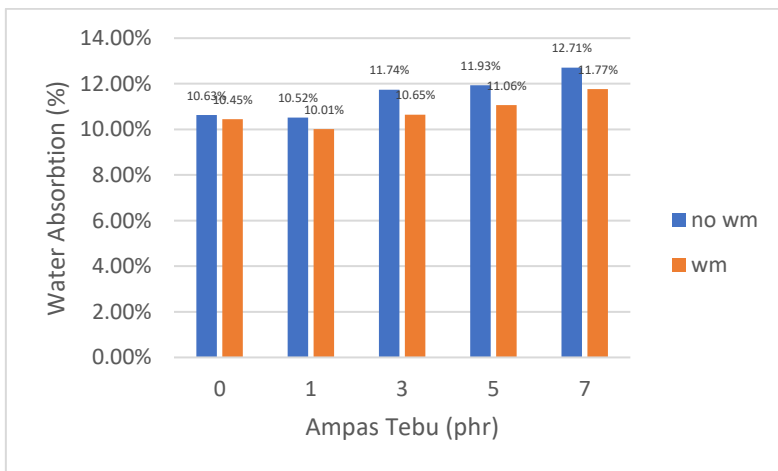
Pengujian penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan serap air dari komposit yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan menggunakan timbangan digital pada Laboratorium Material Inovatif Jurusan Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya dengan membandingkan selisih antara berat basah dan kering dari spesimen dengan berat kering dari spesimen. Dari pengujian penyerapan air yang telah dilakukan didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Hasil Uji *Water Absorbability* Komposit

No	<i>Campuran semen/Bata Ringan ( phr)</i>	Ampas Tebu ( phr)	<i>Wire mesh</i>	<i>Absorbability (%)</i>
1	70/30	0	-	10.63
2	70/30	1	-	10.52
3	70/30	3	-	11.74
4	70/30	5	-	11.93
5	70/30	7	-	12.71

6	70/30	0	V	10.45
7	70/30	1	V	10.01
8	70/30	3	V	10.65
9	70/30	5	V	11.06
10	70/30	7	V	11.77

Hasil uji penyerapan air pada variasi komposisi 5 yaitu 70 phr Semen, 30 phr Bata ringan dan 7 phr Ampas tebu didapatkan nilai yang paling tinggi sebesar 12.71% sedangkan nilai penyerapan air paling kecil terdapat pada variasi komposisi nomor 7 yaitu 70 phr Semen 30 phr Bata ringan, dan 1 phr Ampas tebu dengan penambahan *wire mesh* sebesar 10.01%.



**Gambar 4.6** Hasil Pengujian *Water Absorbability* Komposit

Dari Gambar 4.6 yang menunjukkan penyerapan air dalam bentuk grafik dapat dilihat bahwa penambahan *ampas tebu* menaikkan nilai *water absorbability* karena nilai kemampuan serap air tebu yang lebih tinggi, hal ini selaras dengan tingkat kepadatan dan densitas dari tebu, dimana peningkatan kandungan ampas tebu



akan menaikkan volume dan tebal yang akan menurunkan nilai absorbability.

Pada komposisi penambahan ampas tebu sebesar 1 phr memberikan nilai penyerapan air terkecil dibanding variasi komposisi lainnya. Sedangkan kemampuan penyerapan air terbesar ada pada penambahan ampas tebu sebesar 7 phr. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan komposisi ampas tebu akan meningkatkan *void* yang terjadi pada spesimen, dan menurunkan densitas pada spesimen. Pada komposisi 1 phr ampas tebu, mampu menurunkan presentase penyerapan air paling optimal karena penutupan rongga potensial yang terjadi pada spesimen tanpa *filler* sangat baik. Naiknya nilai absorpsi air juga disebabkan oleh *filler* ampas tebu yang tidak dapat mengisi rongga dan memicu sifat higroskopis. Kenaikan nilai daya serap air ini disebabkan oleh sifat higroskopis ampas tebu yang mudah menyerap air. Penurunan nilai penyerapan air terjadi pada semua variasi komposisi ampas tebu dengan penambahan *wire mesh*. Penurunan yang terjadi rata-rata sebesar 14,5% dibandingkan dengan tanpa menggunakan *wire mesh*. Hal ini menunjukkan densitas *wire mesh* yang lebih besar dibanding material penyusun yang lain, memberikan penurunan presentase rongga yang terjadi dibandingkan dengan spesimen tanpa *wire mesh*.

Hasil yang ada juga dipengaruhi oleh konsistensi volume sampel uji, dimana dengan penambahan bahan berdensitas rendah akan menaikkan kuantitas suatu material sehingga volume juga dapat naik. Volume yang naik dengan massa yang tetap akan menaikkan nilai absorpsi air karena ikatan antar material penyusunnya semakin renggang. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan (Ni, 1995) dimana material yang mengandung *natural fibre* berselulosa, memiliki sifat hidrofilik dimana peningkatan komposisinya akan memperluas volume rongga dan menaikkan *absorbability*.

Pada komposisi 5 phr ampas tebu dan 7 phr ampas tebu, terjadi kecenderungan kenaikan volume dibanding ampas tebu dengan komposisi 1 phr dan 3 phr. Sehingga nilai absorpsi air lebih

tinggi. Berdasarkan hasil pengujian water absorbability yang telah dilakukan, variasi komposisi 7 phr ampas tebu tanpa *wire mesh* adalah satu-satunya yang tidak memenuhi standar ISO 8335 dimana syarat untuk standard papan partikel semen adalah nilai absorpsi air antara 6-12%.

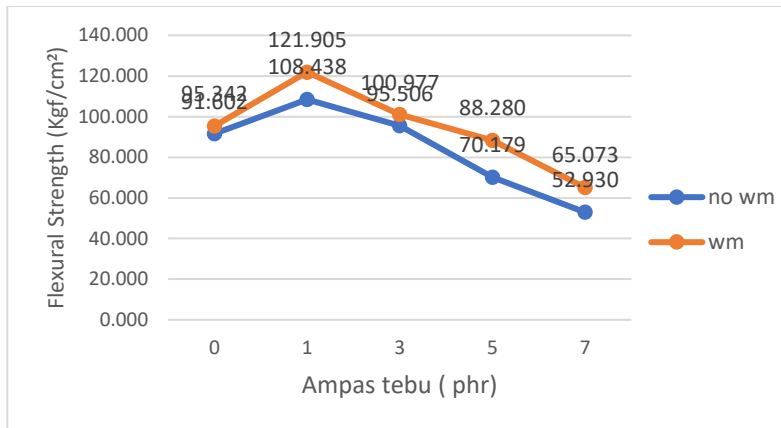
#### 4.4 Hasil Uji *Bending*

Pada penelitian ini komposit yang telah dibuat diuji *bending* untk mengetahui nilai *flexural strength* sehingga dapat diaplikasikan menjadi papan partikel. Pengujian *bending* yang digunakan menggunakan prinsip *3 point flexural test*. Spesimen uji ditempatkan titik tumpu di kedua ujungnya, kemudian diberi beban pada bagian tengahnya hingga patah. Hasilnya merupakan representasi dari nilai ketahanan dan tingkat kelenturan spesimen uji. Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Material Inovatif Jurusan Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Dari pengujian *bending* yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa nilai *flexural strength* yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Uji *Bending* Komposit

No	Campuran semen/Bata Ringan ( <i>phr</i> )	Ampas Tebu ( <i>phr</i> )	<i>Wire mesh</i>	<i>Flexural Strength</i> ( $\text{Kgf/cm}^2$ )
1	70/30	0	-	91.6
2	70/30	1	-	108.4
3	70/30	3	-	95.5
4	70/30	5	-	70.1
5	70/30	7	-	52.9
6	70/30	0	V	95.3
7	70/30	1	V	121.9
8	70/30	3	V	100.9
9	70/30	5	V	88.2
10	70/30	7	V	65.0

Berdasarkan Tabel 4.3 komposit dengan nilai *flexural strength* terbesar terdapat pada komposisi 70 phr Semen 30 phr Ampas tebu 1 phr menggunakan *wire mesh* dengan nilai 121.9 Kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan komposit dengan komposisi 70 phr Semen 30 phr Ampas tebu memiliki nilai *flexural strength* paling rendah yaitu 52.9 Kgf/cm<sup>2</sup>



**Gambar 4.7** Hasil Pengujian *Bending* Komposit Antara Spesi-  
men dengan *Wire Mesh* dan Tanpa *Wire Mesh*

Gambar 4.7 menunjukkan hasil pengujian dari seluruh komposisi dalam bentuk grafik. Perbedaan yang cukup besar antara komposit dengan komposisi 70 phr Semen mortar 30 phr bata ringan 1 phr ampas tebu dengan Spesimen berkomposisi 70 phr Semen mortar 30 phr bata ringan 7 phr ampas tebu disebabkan oleh terdapatnya *void*/rongga yang cukup banyak pada komposit komposisi 70 phr Semen mortar 30 phr bata ringan 7 phr ampas tebu. Hal ini dapat dilihat pada bagian hasil karakterisasi Mikroskop *optic* pada bagian 4.1 dimana sampel komposit dengan komposisi 70 phr Semen mortar 30 phr bata ringan dan 7 phr ampas tebu menunjukkan permukaan yang kurang baik sehingga terdapat serbuk ampas tebu yang tidak terikat sempurna dengan matriks. Berbeda dengan komposit dengan komposisi 70 phr Semen mortar

30 phr bata ringan 1 phr ampas tebu yang memperlihatkan *surface* yang lebih rata sehingga hampir seluruh serbuk ampas tebu terbungkus oleh semen mortar dengan baik menyebabkan jumlah *void* yang sedikit. Hal ini juga disebabkan oleh kekuatan *bonding* antar material penyusunnya, dengan kecenderungan semakin kuat ikatan akibat reaksi yang terjadi pada material penyusunnya maka kekuatan *bonding* akan lebih kuat. Campuran komposisi 1 phr ampas tebu mampu mengisi rongga potensial yang terjadi pada semen. Dengan jumlah material ampas tebu yang tepat pada campuran, maka kehomogenan material *major* tidak terlalu terpengaruh, namun dapat menutup rongga lebih baik jika dilihat dari nilai *flexural strength* Gambar 4.8 pada material 1 phr ampas tebu. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa penambahan serbuk ampas tebu yang semakin tinggi pada komposit yang dibuat akan meningkatkan kekuatan lenturnya hingga pada titik tertentu.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Anggarwal, 1995) dimana penambahan Ampas tebu setelah melewati titik tertentu akan mengurangi nilai *flexural strength* pada spesimen. Hal ini karena selain nilai Tensile, kekuatan bending tergantung pada orientasi arah campuran ampas tebu, dan kemampuan *bonding* antar materialnya.

Cacat seperti *void* pada komposit dapat mempengaruhi pendistribusian beban yang dilakukan oleh matriks, jika terdapat tegangan yang terpusat pada daerah sekitar cacat maka sifat mekanik dari komposit tersebut akan menurun. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Widyatmajadkk (2014) yang menyebutkan spesimen yang memiliki *void* memiliki nilai kekuatan mekanik yang jauh menurun karena cacat tersebut menyebabkan *initial crack* yang cepat sehingga adanya konsentrasi tegangan saat komposit diberikan pembebanan.

Selain itu naiknya nilai *flexural strength* pada komposisi ampas tebu sebesar 1 phr disebabkan sifat serat ampas tebu, dimana serat tersebut berfungsi sebagai tulang yang berfungsi mencegah terjadinya retakan dengan cepat akibat pembebanan. Arah orientasi serat juga berpengaruh terhadap nilai kuat lentur spesimen, dimana

saat orientasi arah serat searah dengan arah pembebanan uji, maka nilainya akan naik, dan sebaliknya. Namun, dengan arah orientasi serat acak, maka hasil akan bervariasi.

*Wire mesh* berpengaruh pada peningkatan nilai *flexural strength*, dimana dengan material yang digunakan *wire mesh* mampu menahan beban yang lebih besar dibanding tanpa penggunaan *wire mesh*. Pada dasarnya *wire mesh* berperan sebagai tulangan di sepanjang spesimen. Menurut Gambar 4.6 ikatan antara semen dan *wire mesh* tergolong kuat, ditandai dengan sedikitnya presentase rongga disekitar *wire mesh*, hal tersebut merupakan efek dari kompaksi massa semen terhadap *wire mesh*, dimana untuk mempertahankan dimensi spesimen dengan penambahan *wire mesh*, campuran akan saling mengisi ruang kosong. *Wire mesh* tidak dapat dipengaruhi oleh campuran tersebut yang mengakibatkan terbentuknya lapisan padat disekitar *wire mesh*, dan sedikitnya rongga yang terbentuk. Dengan begitu saat diberi pembebanan maka campuran semen akan bertumpu pada *wire mesh* dan meningkatkan nilai toleransi beban yang dapat diterima spesimen.

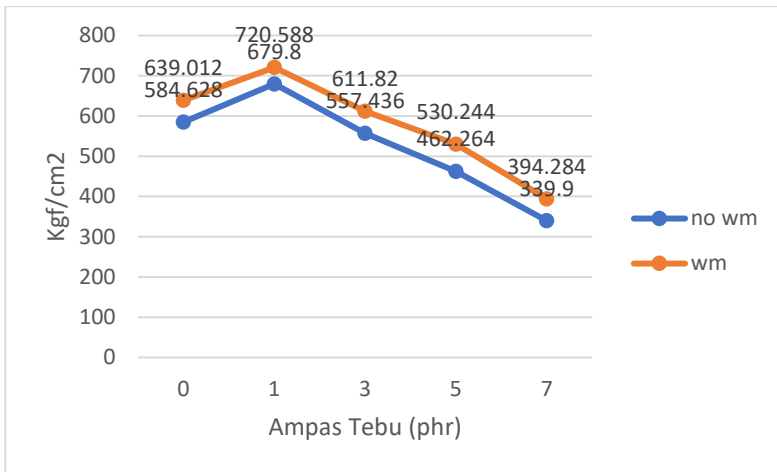
#### **4.5. Analisa Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan kompresi dari komposit yang terbuat dari semen, bata ringan, serta *filler* ampas tebu. Dengan mengetahui kekuatan kompresi dari material komposit, maka dapat dijadikan pertimbangan komposit yang dibuat untuk diolah kembali sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Uji kompresi dilakukan di Laboratorium Beton, Jurusan D3 Teknik Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dari hasil uji kompresi yang dilakukan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Uji Kuat Tekan Komposit

No	<i>Campuran semen/Bata Ringan ( phr)</i>	Ampas Tebu ( phr)	<i>Wire mesh</i>	<i>Compressive Strength (kgf/cm<sup>2</sup>)</i>
1	70/30	0	-	584.6
2	70/30	1	-	679.8
3	70/30	3	-	557.4
4	70/30	5	-	462.2
5	70/30	7	-	339.9
6	70/30	0	V	639.0
7	70/30	1	V	720.5
8	70/30	3	V	611.8
9	70/30	5	V	530.2
10	70/30	7	V	394.2

Pada Tabel 4.4 menunjukkan nilai yang bervariasi antar komposisi, hal ini menandakan adanya pengaruh dengan penambahan limbah ampas tebu terhadap nilai *compressive strength*-nya. Nilai terbesar adalah komposit dengan komposisi ampas tebu sebesar 1 phr dengan menggunakan *wire mesh*, yaitu sebesar 720.5 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil terkecil ditunjukkan oleh komposit dengan kadar ampas tebu sebesar 7 phr tanpa penambahan *wire mesh*, dengan nilai 339.9 kg/cm<sup>2</sup>. Disamping itu, penambahan *wire mesh* memiliki dampak berupa kenaikan nilai *compressive strength* rata-rata sebesar 11.15%. Perbandingan hasil kuat tekan ditunjukkan pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Hasil Pengujian *Kuat Tekan* Komposit Antara Spesi-  
men dengan *Wire Mesh* dan Tanpa *Wire Mesh*

Dari Gambar 4.8 dapat dilihat hubungan antara kekuatan spesimen dengan penggunaan *wire mesh* dan tanpa menggunakan *wire mesh*. Kedua grafik tersebut menunjukkan trend yang serupa. Penambahan *wire mesh* meningkatkan nilai kompresif *strength* rata-rata sebesar 11.15%.

*Wire mesh* berfungsi sebagai tulangan komposit dimana berperan menahan dan menyalurkan gaya yang diberikan ke bagian semen komposit yang lain, hal yang mempengaruhi penambahan nilai tersebut juga karena densitas yang lebih padat dibanding material lain, sehingga memiliki kecenderungan dapat menahan beban kompresi lebih baik. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh (PATIL, 2015) Dimana penambahan *wire mesh* akan menaikkan nilai kompresif, disamping itu orientasi dan penempatan *wire mesh* juga berperah dalam kenaikan kekuatan kompresif. Spesimen dengan dua *wire mesh* lebih kuat dibanding yang hanya memiliki satu *wire mesh*, dan arah vertikal *wire mesh* lebih memberikan kenaikan kekuatan dibanding arah horizontal. Nilai dari *compressive strength* juga dipengaruhi oleh Panjang fiber atau

---

matrix-nya, panjang serat fiber mempengaruhi nilai *compressive strength* dimana semakin Panjang seratnya maka semakin tinggi nilainya. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh (Wenni Fitri, 2018) kenaikan nilai *compressive strength* diakibatkan oleh ikatan yang baik antara matriks (semen dan pasir) dan *filler* (ampas tebu) pada papan semen partikel sehingga menyebabkan nilai kuat tekan pada papan semen partikel bertambah. Sebaliknya, terlalu banyak penambahan serbuk ampas tebu akan menyebabkan kekuatan papan semen rendah karna ikatan semen dengan *filler* tidak begitu kuat.





## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

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

1. Pengaruh komposisi *filler* Limbah ampas tebu terhadap sifat mekanik komposit yang terbuat dari campuran Bata ringan/Semen mortar/Limbah ampas tebu dengan penambahan *wire mesh* akan menaikkan nilai kekuatan *flexural* rata-rata sebesar 14.19%. Dengan nilai tertinggi pada spesimen 1% Ampas tebu dengan *wire mesh* sebesar 121.905 kgf/cm<sup>2</sup> dan nilai terendah pada komposisi 7% ampas tebu, sebesar 52.93 Kgf/cm<sup>2</sup>. Untuk nilai kekuatan tekan tertinggi adalah 720.6 kgf/cm<sup>2</sup> pada spesimen 1% ampas tebu dengan *wire mesh* dan nilai terendah pada komposisi 7% ampas tebu sebesar 339.9 kgf/cm<sup>2</sup>. Komposisi optimal adalah penambahan 1% ampas tebu dengan *wire mesh*.
2. Pengaruh komposisi *filler* Limbah ampas tebu terhadap sifat fisis komposit yang terbuat dari campuran Bata ringan/Semen mortar/Limbah ampas tebu adalah nilai absorpsi terbesar adalah komposisi 7% ampas tebu sebesar 12.71% dan nilai terkecil pada komposisi 1% Ampas tebu dengan *wire mesh* sebesar 10.01%. Densitas terbesar adalah 1.68 gr/cm<sup>3</sup> pada komposisi 1% ampas tebu dengan *wire mesh* dan densitas terendah adalah 1.56 gr/cm<sup>3</sup> pada komposisi 7% ampas tebu.
3. Nilai pengujian sifat fisis dan mekanik papan semen partikel menunjukkan bahwa komposisi 1 dan 3% ampas tebu telah memenuhi standar ISO 8335. Komposisi paling optimal adalah dengan ampas tebu 1% dengan *wire mesh*.

## 5.2 Saran

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

1. Pengeringan ampas tebu dilakukan maksimal 24 jam setelah pengambilan dalam kondisi basah
2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk *curing time* dari komposit untuk dipertimbangkan kekuatan dan efektivitasnya pada aplikasi material bangunan.
3. Penggunaan cetakan spesimen khusus untuk memasang *wire mesh* dalam spesimen untuk menghindari *void* antara *wire mesh* dan campuran, serta mengatur orientasi *wire mesh*
4. Diperlukan penelitian proses manufaktur komposit yang lebih cepat dan efisien dalam pembuatan spesimen maupun untuk produksi massal.
5. Sebaiknya proses *curing* menggunakan air tanpa pengotor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, N. 2014. **Studi Perbandingan Penggunaan Teknologi Pelat Beton Konvensional dan Pelat Beton Bondek Gedung Ball Room Universitas Muhammadiyah Makassar**. Makassar: Universitas Hassanudin.
- Anggarwal, L. 1995. Bagasse-Reinforced Cement Composites. **Cement and Concrete Composite**, 107-112.
- Bison. 1975. **Cement – Bonded Particleboard Plant Integrated With Low Cost**.
- Br.Panggabean, A. 2012. **Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Campuran Dalam Peningkatan Kekuatan Beton**. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Brandt, A. 1995. **Cement-Based Composites: Materials, Mechanical Properties and Performance**. London.
- Daniel, d. 1942. **Composite Materials Design and Applications: CRC Press LCC**.
- Fitria, W. 2018. Pengaruh Persentase Serbuk Ampas Tebu terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik. **Jurnal Fisika Unand Vol. 7, No. 4**, 367-373.
- Gibson, R. F. 1994. **Principles of Composite Material Mechanic**. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Hailu, B. d. 2012. **Application of Sugarcane Bagasse Ash As A Partial Cement Replacement Material**. *Asian Journal Of Civil Engineering*.
- Hernando, F. 2009. **Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Penggantian sebagai Semen dengan Fly Ash**. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Hesty. 2009. **Pengaruh Kadar Perikat Urea Formaldehida pada Pembuatan Papan Partikel Serat Eceng Gondok**. Universitas Sumatera Utara.
- Hospodarova, V. 2017. **Cellulose Fibres as a Reinforcing Element in Building Materials**. Lithuania: VGTU.

- 
- ISO 8335. 1987. **Cement-Bonded Particleboards-Board of Portland or Equivalent Cement Reinforced with Fibrous Wood Particles.** International Standard.
- Iswanto, A. 2009. **Papan Partikel dari Ampas Tebu. Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.**
- Jumadin, L. 2016. **Analisan Redaman Suara Komposit Resin Polyester yang Berpenguat Serbuk Kayu Jati.** Kendari.
- Kliwon, S. 2002. Sifat Papan Partikel dari Kayu Mangium. **Buletin Penelitian Hasil Hutan, 195-206.**
- Lumingkewas, R. H. 2015. **Development Of Materials For Construction With Low Environmental Impact Made With Low Content Of Cement And With Natural Fibers.** Universitas Indonesia. Depok.
- Maloney, T. 1993. **Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing.** San Francisco: Miller Freeman Inc.
- Massajjaya, M. 1997. **Development of Board Made From Waste Newspaper.** Tokyo. Japan.
- Ni, Y. 1995. **Natural Fibre Reinforced.** Australia: Department Of Mechanical Engineering. Australia.
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. **Teknologi Beton.** Surabaya.
- Nugroho, Panji. 2013. **Panduan Membuat Kompos Cair.** Jakarta: Pustaka baru Press.
- Pardede, D. 2014. **Analisa Kajian Tegangan Beton dengan Campuran Serat Ampas Tebu.** Universitas Sumatera Utara, Medan.
- PATIL, M. 2015. Effect Of Reinforcement Orientation On Compressive. **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 419-424.**
- Rahadja, H. 1990. **Kursus Eselon III Produksi Teknologi Semen.** Padang: Indonesia Cement Institute.
- Rahmi, A.S., dkk. 2015. **Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan**
-

- 
- Kuat Lentur Beton K-350.** Padang : Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Andalas.
- Ramachandran, V. S. 2001. **Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology.** Matthew Deans.
- Rowell, R. 1998. **The State of Art and Future Development of Bio-Based Composite Science and Technology Towards the 21 Century : Proceedings of The Fourth Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium.** Bogor.
- Sembiring, D.N, L. Hakim, T. Sucipto. 2015. **Kualitas Papan Semen dari Partikel Serutan Pensil dengan Berbagai Rasio Semen dan Partikel.** Medan.
- Simatupang. 1974. Pembuatan dan Penggunaan Campuran Semen dan Kayu. **Kehutanan Indonesia**, 390-392.
- SOYDAN, A. M. 2018. Characterization Of Fiber-Cement Composites Reinforced With. **Eskişehir Technical University Journal Of Science And Technology**, 721-731.
- Srinivasan, R. d. 2010. Experimental Study on Bagasse Ash in Concrete. **International Journal for Service Learning in Engineering**, 60-66.
- Sudarmoko. 1990. **Beton Serat. Suatu Bentuk Beton Baru.** Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sumiarsih, I. d. 1992. **Pembudidayaan Tebu di Lahan Sawah dan Tegalan.** Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tjokrodimulyo. 1992. **Bahan Bangunan.** Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- William D. Calister, J. 2009. **Materials Science and Engineering an Introduction.** United States of America: Jhon Wiley & Sons, Inc.

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Rule of Mixture

- Spesimen Uji Kuat Tekan, Absorpsi Air dan Densitas

Dimensi :

Panjang = 5 cm

Lebar = 5 cm

Tinggi = 5 cm

Volume = 125 cm<sup>3</sup>

Diketahui :

Densitas ampas tebu = 0,128 gr/ cm<sup>3</sup> , densitas bata ringan =

0,52gr/ cm<sup>3</sup> ,densitas semen = 2,16 gr/ cm<sup>3</sup>

, densitas *wire mesh* = 2,29 gr/ cm<sup>3</sup>

Perhitungan Volume :

Spesimen	Volume Ampas Tebu (cm <sup>3</sup> )	Volume <i>Wire mesh</i> (cm <sup>3</sup> )	Volume Bata Ringan (cm <sup>3</sup> )	Volume Semen (cm <sup>3</sup> )
1	0	0	37.50	87.50
2	1.25	0	37.13	86.63
3	3.75	0	36.38	84.88
4	6.25	0	35.63	83.13
5	8.75	0	34.88	81.38
6	0	2.56	36.73	85.70
7	1.25	2.56	36.36	84.83
8	3.75	2.56	35.61	83.08
9	6.25	2.56	34.86	81.33
10	8.75	2.56	34.11	79.58



Perhitungan Massa :

Spesimen	Massa Ampas Tebu (gr)	Massa Wire mesh (gr)	Massa Bata Ringan (gr)	Massa Semen (gr)
1	0	0	19.50	189.00
2	0.16	0	19.31	187.11
3	0.48	0	18.92	183.33
4	0.80	0	18.53	179.55
5	1.12	0	18.14	175.77
6	0	5.87	19.10	185.12
7	0.16	5.87	18.90	183.23
8	0.48	5.87	18.51	179.45
9	0.80	5.87	18.12	175.67
10	1.12	5.87	17.73	171.89

### 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 ampas tebu = 0,125 gr/ cm<sup>3</sup>, densitas wire mesh = 2,29 gr/ cm<sup>3</sup>, densitas bata ringan = 0,52 gr/ cm<sup>3</sup>, densitas semen = 2,16 gr/ cm<sup>3</sup>

Tabel Hasil Perhitungan Densitas Teoritis

Sampel	Fraksi Volume (phr)		Nilai Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
	Ampas Tebu	Wire mesh	
1	0	0	1.67
2	1	0	1.65
3	3	0	1.62
4	5	0	1.59
5	7	0	1.56
6	0	2.01	1.68
7	1	2.01	1.67
8	3	2.01	1.63
9	5	2.01	1.60
10	7	2.01	1.57

Contoh:

Sampel 8

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

$$\rho_c = \left( (2,16 \times 83,079/125) + (0,52 \times 35,605/125) \right) + \left( 0,128 \times \frac{3,75}{125} \right) + \left( 2,29 \times \frac{2,56}{125} \right)$$

$$\rho_c = ((1.435) + (0.148)) + 0.0038 + 0.0467$$

$$\rho_c = 1,635 \text{ g/cm}^3$$

## Perhitungan Densitas

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

Keterangan:

Massa (gram)

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

Densitas (g/ cm<sup>3</sup> )

Ampas Tebu ( phr)	Wire mesh	Massa (gr)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Densitas (g/ cm <sup>3</sup> )	Rata-rata (g/ cm <sup>3</sup> )
0	-	204.3673	127.0475	1.609	1.662
		218.0712	127.174	1.715	
		210.088	126.34	1.663	
1	-	211.323	125.4984	1.684	1.671
		209.624	125.4656	1.671	
		209.953	126.5457	1.659	
3	-	200.232	126.74	1.580	1.570
		195.069	127.15	1.534	
		201.963	126.60	1.595	
5	-	196.754	125.5622	1.567	1.566
		197.883	125.3515	1.579	
		196.469	126.672	1.551	
7	-	197.2232	126.4881	1.559	1.558
		194.457	127.5797	1.524	
		199.216	125.2891	1.590	
0	V	215.222	127.0276	1.616	1.667
		214.222	125.4223	1.708	
		213.091	126.9379	1.679	

1	V	211.479	125.3582	1.687	1.679
		206.919	125.8535	1.692	
		207.877	125.3298	1.659	
3	V	205.630	125.6023	1.637	1.605
		199.983	125.5076	1.593	
		198.638	125.3923	1.584	
5	V	202.080	127.2975	1.587	1.573
		197.776	127.0088	1.557	
		201.332	127.9338	1.574	
7	V	195.383	126.6555	1.543	1.570
		198.494	125.4209	1.583	
		200.987	126.75	1.586	

### Perhitungan *Water Absorbability*

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

Keterangan:

A = Massa setelah perendaman (gram)

B = Massa sebelum perendaman (gram)

Ampas Tebu ( phr)	Wire mesh	Massa awal ( gr)	Massa Akhir (gr)	Absorpsi Air ( %)	Rata-rata (%)
0	-	204.3673	219.1578	7.24	10.635
		218.0712	249.5346	14.43	
		210.088	231.5989	10.24	
1	-	211.323	234.876	11.15	10.517
		209.624	231.083	10.24	

		209.953	231.302	10.17	
3	-	200.232	223.383	11.56	11.745
		195.069	215.857	10.66	
		201.963	228.251	13.02	
5	-	196.754	222.062	12.86	11.933
		197.883	217.739	10.03	
		196.469	221.818	12.90	
7	-	197.2232	220.712	11.91	12.709
		194.457	220.082	13.18	
		199.216	225.194	13.04	
0	V	205.222	228.488	11.34	10.446
		214.222	235.297	9.84	
		213.091	234.750	10.16	
1	V	211.479	228.429	8.02	10.118
		212.919	236.481	11.07	
		207.877	230.640	10.95	
3	V	205.630	225.603	9.71	10.649
		199.983	222.520	11.27	
		198.638	220.419	10.97	
5	V	202.080	223.689	10.69	11.062
		197.776	218.546	10.50	
		201.332	225.475	11.99	
7	V	195.383	217.383	11.26	11.769
		198.494	221.751	11.72	
		200.987	225.768	12.33	

## Perhitungan Kuat Lentur

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

Keterangan:

$\sigma$  = Kekuatan Lentur (kgf/cm<sup>2</sup>)

L = Support Span (cm) = 9cm

P = Beban Patah (Kg)

b = Lebar Spesimen (cm)

d = Tebal Speseimen (cm)

Ampas Tebu (phr)	Wire mesh	Beban (kg)	Kuat Lentur (kgf/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kgf/cm <sup>2</sup> )
0	-	124.00	88.179	91.602
		124.76	88.716	
		137.69	97.910	
1	-	151.78	107.930	108.438
		156.60	111.358	
		149.10	106.028	
3	-	142.05	101.012	95.506
		127.97	91.004	
		132.89	94.500	
5	-	95.21	67.707	70.179
		99.30	70.613	
		101.55	72.217	
7	-	75.57	53.742	52.930
		59.61	42.391	
		88.11	62.656	
0	V	131.80	93.725	95.342
		137.79	97.986	

		132.63	94.315	
1	V	164.53	116.999	121.905
		155.07	110.269	
		194.69	138.448	
3	V	143.77	102.234	100.977
		140.20	99.696	
		142.03	101.002	
5	V	127.26	90.499	88.280
		120.83	85.926	
		124.33	88.415	
7	V	87.08	61.924	65.073
		97.54	69.360	
		89.91	63.935	

### Perhitungan Kuat Tekan

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

Keterangan:

Kuat Tekan (kgf/cm<sup>2</sup>)

P = Beban Maksimum (Kg)

A = Luas Bidang (cm<sup>2</sup>) = 25 cm<sup>2</sup>

Ampas Tebu (%)	Wire mesh	Beban (kg)	Kuat Tekan (kgf/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kgf/cm <sup>2</sup> )
0	-	17334.9	693.396	584.63
		11216.7	448.668	
		15295.5	611.82	
1	-	18354.6	734.184	679.80
		15295.5	611.82	

		17334.9	693.396	
3	-	14275.8	571.032	557.44
		11216.7	448.668	
		16315.2	652.608	
5	--	13256.1	530.244	462.26
		11216.7	448.668	
		10197	407.88	
7	-	7137.9	285.516	339.90
		10197	407.88	
		8157.6	326.304	
0	V	18354.6	734.184	639.01
		15295.5	611.82	
		14275.8	571.032	
1	V	15295.5	611.82	720.59
		17334.9	693.396	
		21413.7	856.548	
3	V	17334.9	693.396	611.82
		15295.5	611.82	
		13256.1	530.244	
5	V	15295.5	611.82	530.24
		14275.8	571.032	
		10197	407.88	
7	V	9177.3	367.092	394.28
		11216.7	448.668	
		9177.3	367.092	



*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada pengerjaan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT berkat pertolongan dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua dan kakak penulis yang telah menjadi sumber motivasi dalam pembuatan laporan ini, serta telah mendukung secara moril maupun materiil, dan doa yang selalu dipanjatkan demi kesehatan, keselamatan, dan kelancaran dalam mengerjakan Laporan Tugas Akhir.
3. Dr. Agung Purniawan S.T, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Material FTI-ITS.
4. Wikan Jatimurti, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, membantu, dan memberikan banyak ilmu kepada penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
5. Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si, Ph.D selaku co dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, membantu, dan memberikan banyak ilmu kepada penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
6. Dr. Eng. Hosta Ardhyanta ST., M.Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Material FTI ITS.
7. Vania Mitha Pratiwi ST, MT selaku dosen wali yang telah membantu penulis menjalani pendidikan di Jurusan Teknik Material FTI-ITS.
8. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Material FTI-ITS.
9. Teman – teman seperjuangan Tugas Akhir Material Invoasi, Amirul Ghufron, serta teman-teman Lab Inovasi Material yang telah membantu dan menyemangati penulis selama penulisan Laporan Tugas Akhir.

10. Keluarga MT 17 yang penulis sayangi, yang telah menemani dan memberikan banyak pengalaman berharga selama jenjang perkuliahan ini.
11. Serta seluruh pihak yang belum bisa dituliskan satu per satu oleh penulis. Terimakasih atas dukungan dan bantuan teman - teman sekalian.

## BIODATA PENULIS



Reza Aditya Nugraha, Lahir di Surabaya, 23 Maret 1997. Putra pertama dari tiga bersaudara dari pasangan suami-istri Ruby Hatmoko dan Rina Aju H . Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD YPS Lawewu Soroako (2003-2009), dilanjutkan di SMP YPS Singkole Soroako (2009-2012), dan di SMA Negeri 1 Surabaya (2012-2015). Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Departemen Teknik Material Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama menempuh pendidikan perkuliahan penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan intra kampus maupun ekstra kampus. Penulis pernah menjadi staff Sosial Masyarakat HMMT FTI-ITS 2016/2017. Selain itu penulis juga pernah menjalani Kerja Praktek di PT. Vale Indonesia, Tbk bagian analisis proses *Dryer 1*. Penulis mengambil topik Material Inovatif untuk tugas akhir dengan judul “Studi Pengaruh Komposisi *Filler* Limbah Ampas Tebu yang Diperkuat *Wiremesh* terhadap Sifat Fisis dan Sifat Mekanik untuk Aplikasi Papan Partikel Semen”.

*(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)*