

# Pengaruh Komposisi *Filler* Limbah *Polypropylene* dan Sekam Padi Terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Komposit untuk Aplikasi Papan Semen Partikel

Hanif Prakusya, Sigit Tri Wicaksono, dan Mas Irfan Purbawanto Hidayat  
Departemen Teknik Material, Fakultas Teknik Industri,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, 60111  
*e-mail*: sigit@mat-eng.its.ac.id

**Abstrak**—Papan partikel semen komposit memiliki potensial dalam memproduksi aplikasi pembangunan. Aplikasi yang diproduksi dari papan partikel semen memiliki kekuatan dan ketangguhan lebih dari papan partikel kayu. Selain itu, papan partikel semen juga lebih tahan akan api atau panas dan kedap akan suara. Papan partikel semen biasanya digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi seperti penggunaan pada dinding panel sebagai aplikasi tahan api dan kedap suara. Karena proses pembuatan semen berperan sebagai penyumbang gas karbon dioksida dalam proses produksinya dan salah satu jenis semen adalah semen *pre-mix* mortar. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dari produksi semen adalah menggunakan material limbah sebagai filler komposit untuk mengurangi penggunaan semen. Material limbah berupa serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat pada komposit adalah serat sekam padi. Bahan limbah lain yang bisa digunakan sebagai pengisi adalah *polypropylene* dan bata ringan. Bata ringan merupakan salah satu bahan utama untuk konstruksi dinding. Penelitian ini dilakukan dengan berbagai variasi komposisi sekam padi dan *polypropylene* pada komposit sekam padi/ *polypropylene*/ bata ringan/ semen untuk aplikasi papan partikel. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian fisis (absorpsi air dan densitas), pengujian mekanik (beban lentur dan kuat tekan) serta pengujian mikroskop optik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan sekam padi dan *polypropylene* dapat memberikan sifat fisis dan mekanis yang lebih baik pada komposisi tertentu. Nilai pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen partikel tidak seluruhnya memenuhi standar SNI 03-2105-2006, namun seluruhnya telah memenuhi standar ISO 8335. Nilai kuat lentur dan kuat tekan tertinggi dimiliki oleh komposit dengan variasi komposisi 0,5 phr sekam padi dan 0,5 phr *polypropylene* dengan nilai masing-masing sebesar 149,29 dan 523 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci**—Limbah Bata Ringan, Limbah Sekam Padi, *Polypropylene*, Papan Partikel Semen

## I. PENDAHULUAN

KOMPOSIT berikatan semen kayu memiliki potensial dalam memproduksi aplikasi pembangunan dengan menggunakan variasi material berbahan dasar kayu. Dalam rentang 20 tahun belakangan ini, aplikasi material kayu dalam komposit berikatan semen kayu memiliki sifat memingkatkan sifat mekanik dari produk material konstruksi. Komposit ikatan semen kayu terbuat dari serat, partikel atau *fiber* kayu yang dipadukan dengan semen dan sebagian kecil zat perekat dalam produksi batu bata, ubin, dan produk lainnya untuk konstruksi. Kayu digunakan sebagai agregat dan

bahan penguat, semen sebagai perekat, air sebagai reaktan, dan bahan adiktif sebagai katalis [1].

Kandungan bahan lignoselulosa yang tinggi pada sekam padi akan menyebabkan timbulnya suatu sifat kuat dan kaku. [2]. Selain itu sekam padi sebagai filler dalam komposit memiliki keunggulan karena kemampuan menahan kelembaban baik, tidak mudah terbakar, tidak mudah berjamur, dan tidak berbau [3].

Secara umum kekuatan bata ringan mempunyai kuat tekan maksimum 15 MPa atau masih dibawah beton struktural. Sehingga perlu perlakuan khusus untuk beton ringan yaitu hanya dibebani material non struktural seperti AC, wastafel, atau panel dinding lainnya yang memiliki berat relatif ringan. Dalam penelitiannya, beton ringan yang dibuat akan ditambahkan serat *polypropylene*. Serat dalam beton nin berfungsi untuk mencegah keretakan sehingga menjadikan beton lebih *ductile* dibandingkan beton tanpa serat [4].

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

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Semen Pre-Mix Mortar

*Pre-Mix Mortar* merupakan salah satu jenis semen campuran, campuran itu terdiri dari agregat(pasir), air, dan semen pada komposisi tertentu sebagai bahan perekat. Penerapan pada *pre-mix mortar* cenderung untuk produksi pekerjaan pada non-struktural seperti plesteran pada dinding, perekat batu bata, spesi pada pondasi batu kali, plesteran untuk pemasangan keramik, pembuatan batako, pembuatan paving block, pembuatan buis beton, pembuatan roster, dan sebagainya. Dari fungsinya mortar baik jika tahan lama/awet, mudah untuk dikerjakan, dan tahan akan unsur perusak. Manfaat *pre-mix mortar* itu sendiri digunakan sebagai bahan perekat yang dapat menutupi permukaan bata untuk menyalurkan beban. Fungsi *pre-mix mortar* dalam plesteran adalah untuk melindungi keawetan pada bata, meratakan permukaan tembok, dan pengikat atau perekat bata pada pembuatan dinding sehingga aksi komposit dari kedua material dapat terbentuk [5].

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingannya. Pada umumnya kuat tekan mortar semen berkisar antara 3 – 17 MPa, sedangkan untuk mortar kapur antara 0,4 – 1,7 MPa. Mortar semen mempunyai berat jenis antara 1,8 – 2,2, sedangkan untuk mortar kapur antara 1,80 – 1,90 [6].

#### B. Bata Ringan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*)

Bata ringan CLC adalah salah satu tipe bata ringan yang diproduksi dengan memasukan butiran gelembung udara pada campuran mortar bata, dimana butiran udara tersebut harus mampu mempertahankan struktur gelembung tersebut selama periode pengerasan (*curing*) tanpa menyebabkan reaksi kimia. Campuran dari CLC antara lain semen, pasir halus, air dan foam khusus begitu mengeras menghasilkan bata ringan yang kuat dengan kandungan jutaan sel atau gelembung udara halus dengan ukuran yang konsisten dan terdistribusi secara merata. CLC memiliki densitas antara 400 kg/m<sup>3</sup> hingga 1800 kg/m<sup>3</sup>. Namun untuk pekerjaan struktur, densitas CLC yang baik untuk digunakan berkisar antara 1200 kg/m<sup>3</sup> hingga 1400 kg/m<sup>3</sup> [7].

#### C. Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi yang merupakan hasil samping saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam padi adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Harsono, 2002). Menggunakan serbuk sekam padi dengan polietilena untuk komposit sebagai alternatif bahan jerigen plastik. Dari penelitian tersebut diketahui penambahan sekam padi 10%, 20%, 30%, dan 40% menunjukkan penurunan dalam kekuatan tarik namun cenderung mengalami peningkatan dalam kekerasan [8].

#### D. Polypropylene (PP)

*Polypropylene* (PP) ditemukan pada tahun 1954 dan memperoleh popularitas yang sangat cepat karena *properties* PP yang memiliki kepadatan terendah di antara plastik komoditas lainnya. PP memiliki ketahanan kimia yang sangat baik dan dapat diproses melalui banyak metode konversi seperti pencetakan injeksi dan ekstrusi. *Polypropylene* adalah polimer yang dibuat secara katalitis dari propilena. Keuntungan utama dari PP yaitu terkait dengan ketahanan suhu tinggi yang membuat PP sangat cocok untuk barang-barang seperti nampan, corong, ember, botol, carboy dan toples instrumen steril yang sering digunakan dalam lingkungan medis. *Polypropylene* adalah bahan tanpa warna dengan sifat mekanik yang sangat baik dan lebih baik daripada polietilen karena alasan yang telah dijelaskan sebelumnya [9].

#### E. Mikroskop Optik

Pengujian mikroskop optik bertujuan untuk mempelajari morfologi (bentuk permukaan), persebaran partikel, dan keberadaan pori. Pengujian mikroskop menggunakan alat bernama *digital microscope USB* dimana menggunakan sinar pantul dalam membentuk bayangan.

#### F. Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. Untuk pengukuran densitas digunakan standar ASTM C 642 dan dihitung dengan persamaan 1.

$$P_{pc} = \frac{ms}{(mg - mk)} \times \text{densitas fluida} \quad (1)$$

Dengan:

P<sub>pc</sub> : densitas (g/cm<sup>3</sup>)

ms : massa sampel kering (g)

mg : massa sampel digantung didalam air (g)

mk : massa kawat penggantung (g)

#### G. Absorsi 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 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 100° C kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering dari spesimen tersebut. Kemudian data yang ada dimasukkan ke persamaan 3. untuk mengetahui nilai *Water absorability*-nya. Adapun perhitungannya sesuai dengan persamaan 2.

$$\text{Absorpsi} = \frac{w-k}{w} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan:

w : berat material dalam keadaan basah (g)

k : berat material dalam keadaan kering (g)

#### H. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, air, dan berbagai jenis bahan tambahan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh [10]. Dalam pengujian ini standar yang digunakan adalah ASTM C109. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan menggunakan Persamaan 3.

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \quad (3)$$

Dengan :

P : Beban Tekan (N)

A : Luas Bidang Tekan (mm<sup>2</sup>)

#### I. Kuat Lentur

Pengujian kekuatan lentur digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari suatu material ketika dibengkokkan. Pengujian kelenturan dilakukan dengan metode *threepoint bend*, dimana spesimen diletakan pada kedua tumpuan dan

dilakukan pembebanan ditengah spesimen. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM C 293. Untuk mengetahui kuat lentur dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 4.

$$\sigma_f = \frac{3 PL}{2 bd^2} \tag{4}$$

dengan :

- σf : Kekuatan Lentur (Kg/cm<sup>2</sup>)
- L : Support span (cm)
- P : Beban patah (Kg)
- b : lebar spesimen (cm)
- d : tebal spesimen (cm)

### III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode ekperimental yang dilakukan di laboratorium. Tahap awal, dilakukan persiapan bahan, bahan yang pertama dipersiapkan adalah bata ringan. Yang dilakukan dengan mengkancurkan bata ringan dengan palu, kemudian mengayak bata ringan menggunakan ayakan mesh 18. Selanjutnya mempersiapkan seka padi yang dilakukan dengan mencuci seka padi dengan *aquades*, lalu setelah kering seka padi akan dihaluskan dengan blender dan diayak dengan mesh 40. Persiapan bahan selanjutnya adalah *polypropylene*, yang dilakukan dengan membersihkan plastic PP dengan mencucinya dengan *aquades* setelah plastic PP kering, plastic PP lalu digunting hingga menjadi cacahan plastic yang berukuran kecil. Setelah persiapan bahan selesai selanjutnya dilakukan pembuatan komposit yang diawali dengan perhitungan agregat massa semen, bata ringan, dan air dengan perbandingan 7:3:3,5. Selanjutnya perhitungan agregat dari penguat seka padi sesuai dengan komposisi 0.25 phr, 0.5 phr, dan 0.75 phr dan PP sesuai dengan komposisi 0.25 phr, 0.5 phr, dan 0.75 phr. Pencampuran agregat semen, bata ringan, seka padi, dan *polypropylene* dilakukan secara manual dengan variasi penambahan seka padi dan *polypropylene* kadar serat 0 phr, 0.25 phr, 0.5 phr, dan 0.75 phr seka padi, 0 phr, 0.25 phr, 0.5 phr, dan 0.75 phr *polypropylene*, dan campuran seka padi dan PP dengan kadar serat 0 phr, 0.25 phr seka padi dengan 0.75 phr PP, 0.5 phr seka padi dengan 0.5 phr PP, dan 0.75 phr seka padi dengan 0.25 phr PP. Pencampuran agregat dimasukkan kedalam wadah yang nanti akan dituangkan air yang kemudian diaduk. Setelah selesai pengadukan specimen akan dituangkan kedalam cetakan sesuai dengan standar SNI 03-2493-1991. Pengujian dilakukan setelah umur 14 hari dengan UTM (*Universal Testing Machine*), kemudian data yang diperoleh akan diolah menggunakan program *Microsoft Excel*.

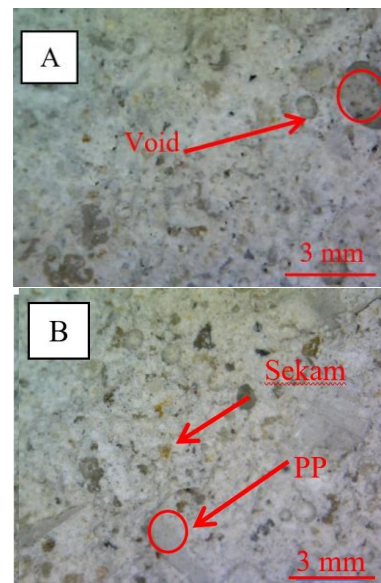
Tabel 1.  
Variasi Komposisi specimen Kuat Tekan, Kuat Lentur, Densitas, Absorpsi air

No	Semen (%)	Bata Ringan (%)	Limbah Sekam Padi ( phr)	Limbah <i>Polypropylene</i> (PP) ( phr)	Jumlah Benda Uji
1	70	30	0	0	3
2	70	30	0,25	0	3
3	70	30	0,5	0	3
4	70	30	0,75	0	3
5	70	30	0	0,25	3
6	70	30	0	0,5	3
7	70	30	0	0,75	3
8	70	30	0,25	0,75	3
9	70	30	0,5	0,5	3
10	70	30	0,75	0,25	3

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian Mikroskop Optik

Berikut adalah hasil pengujian mikroskop untuk material komposit semen dengan *filler* limbah seka padi dan *polypropylene* (PP).



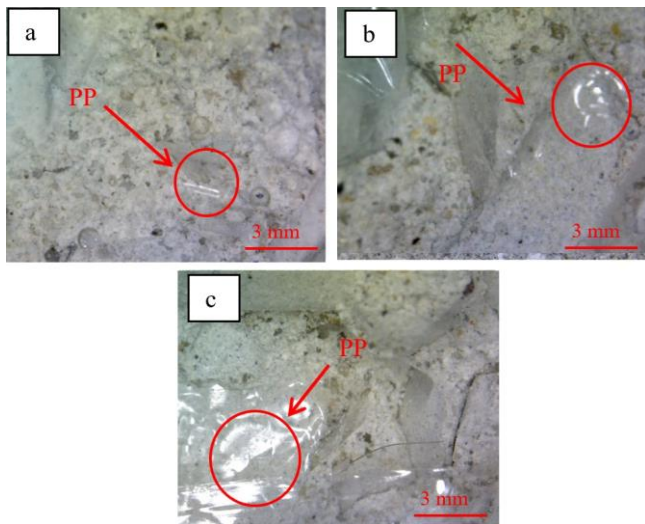
Gambar 1. Hasil Fotomikrografi Komposit a) tanpa *filler* b) dengan penambahan 0.25 phr seka padi dan 0.75 phr *polypropylene* dengan perbesaran 50x

Gambar 1 menunjukkan perbandingan hasil fotomikrografi dari komposit tanpa *filler* dengan penambahan 0.25 phr seka padi dan 0.75 phr *polypropylene* dengan perbesaran 50x. Komposit tanpa penambahan *filler* seka padi dan *polypropylene* menunjukkan terdapat banyak void yang terbentuk di dalam komposit. Hal tersebut dapat disebabkan karena wettability yang kurang baik yang menyebabkan dimana matrix tidak dapat membasahi *filler* dengan sempurna sehingga terdapat rongga/void antara matrix dan *filler*. 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 [11].

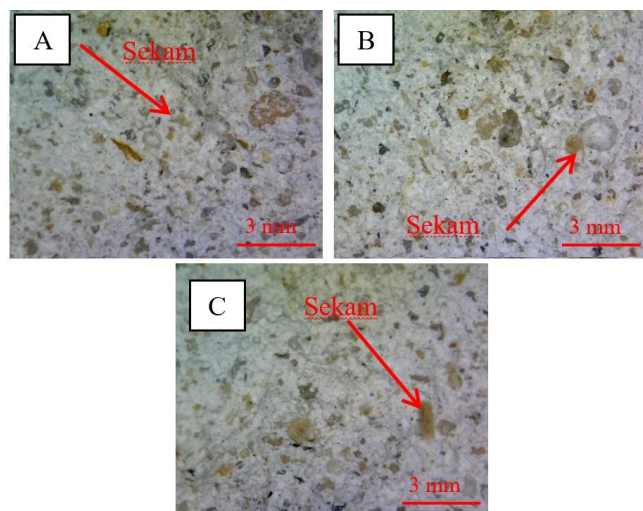
Sedangkan komposit dengan penambahan 0.25 phr seka padi dan 0.75 phr *polypropylene* menunjukkan hasil fotomikrografi yang lebih baik dimana keberadaan void jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan komposit tanpa penambahan *filler*. Berkurangnya rongga/void dapat mempengaruhi beberapa sifat fisik seperti penyerapan air dan densitas [12].

Kemudian pada gambar 2. dan gambar 3. merupakan gambar komposit dengan penambahan berbagai variasi komposisi seka padi dan *polypropylene* dengan perbesaran 50x dimana terlihat pada penambahan 0,25 phr dan 0.75 phr seka padi *filler* tersebar secara merata dan tidak terjadi penggumpalan sedangkan pada penambahan 0.5 phr seka padi terlihat persebaran *filler* seka padi tidak merata dan cenderung berkumpul di satu titik

Ikatan antara matriks dan *filler* yang baik dan persebarannya yang merata sama-sama akan menaikkan sifat mekanik komposit yang baik. Semakin baik *interfacial bonding* dan persebaran *filler* yang terdapat dalam komposit maka akan memiliki sifat mekanik yang lebih tinggi yang akan dibahas pada subbab selanjutnya.



Gambar 2. Hasil Fotomikrografi Komposit dengan a) penambahan Polypropylene 0.25 phr dengan perbesaran 50x, b) penambahan Polypropylene 0.5 phr dengan perbesaran 50x, c) penambahan Polypropylene 0.75 phr dengan perbesaran 50x



Gambar 3. Hasil Fotomikrografi Komposit dengan a) penambahan sekam padi 0.25 phr, b) penambahan 0.5 phr sekam padi, c) penambahan 0.75 sekam padi dengan perbesaran 50x

**B. Analisa Pengujian Densitas**

Pengujian densitas dilakukan dengan cara menghitung massa dan volume dari tiap spesimen agar dapat diketahui massa jenisnya. Pengujian dilakukan di Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Hasil pengujian densitas dari spesimen papan partikel yang telah dibuat ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2.  
Hasil Uji Densitas Komposit

No	Sekam Padi (phr)	Polypropylene (phr)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
1	0	0	1.552
2	0,25	0	1.496
3	0.5	0	1.482
4	0.75	0	1.441
5	0	0.25	1.456
6	0	0.5	1.36
7	0	0.75	1.226
8	0,25	0.75	1.465
9	0.5	0.5	1.45
10	0.75	0.25	1.448

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa pada komposit tanpa penambahan filler memiliki densitas paling tinggi yakni sebesar 1.552 g/cm<sup>3</sup> sedangkan komposit dengan

penambahan polypropylene memiliki densitas paling rendah yakni sebesar 1.290 g/cm<sup>3</sup> dengan komposisi polypropylene sebesar 0.75 phr. Apabila dibuat grafik maka akan terlihat seperti pada table 2.

Pada Table 2 diperlihatkan bahwa nilai densitas komposit dengan penambahan sekam padi dan polypropylene memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit tanpa filler. Dari table 2. juga dapat terlihat bahwa semakin besar penambahan polypropylene berat jenis akan berkurang. Seperti halnya pada penambahan sekam padi menunjukkan bahwa nilai densitas menjadi lebih kecil dibanding dengan komposit tanpa filler dan nilai densitas akan semakin kecil seiring dengan pertambahan komposisi sekam padi. Hal itu menunjukkan bahwa penambahan polypropylene dan sekam padi akan menurunkan nilai densitas hingga pada komposisi tertentu, jika dapat penelitian ini hingga komposisi 0.75 phr untuk masing-masing sekam padi dan polypropylene. Komposit dengan kombinasi penambahan sekam padi dan polypropylene (PP) akan menghasilkan nilai densitas lebih rendah dari pada komposit yang tanpa diberi penguat atau filler.

Penurunan nilai densitas saat penambahan polypropylene (PP) disebabkan karena polypropylene (PP) memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan material penyusun komposit lainnya (semen mortar) yakni sebesar 0.92 g/cm<sup>3</sup>. Begitu pula dengan penambahan sekam padi, karena nilai densitas sekam padi yang lebih rendah dari material penyusunnya (semen mortar) yakni sebesar 0.125 g/cm<sup>3</sup>. Karena sesuai dengan persamaan rule of mixture dimana sifat dari suatu komposit, salah satunya densitas, dapat dipengaruhi oleh sifat dari material penyusunnya. Semakin besar fraksi volume material penyusun dengan densitas yang lebih besar, maka komposit yang terbentuk cenderung memiliki nilai densitas yang juga besar dan juga sebaliknya [13].

Selain dari nilai berat jenis atau densitas dari polypropylene (PP) dan sekam padi, nilai densitas komposit papan semen mengalami penurunan seiring dengan penambahan sekam padi dan polypropylene (PP) dari faktor butir sampel, dan pori atau porositas bahan itu sendiri sehingga mengakibatkan penurunan densitas papan semen partikel [14].

Oleh karena itu perbedaan nilai densitas aktual dengan teoritis dapat dipengaruhi karena adanya porositas yang terdapat di dalam komposit. Semakin banyak pori atau porositas maka nilai densitas akan semakin rendah. Nilai densitas aktual yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai densitas teoritis menandakan bahwa komposit mengandung banyak pori [15].

Dari penelitian yang telah dilakukan ini menunjukkan bahwa menurut ISO 8335 (cement bonded particleboard) spesimen dari seluruh variasi telah memenuhi standar dari papan partikel karena telah mencapai target minimal densitas papan partikel yakni 1 g/cm<sup>3</sup>.

**C. Analisa Absorpsi Air**

Pengujian fisik absorpsi air ditujukan untuk mengetahui kemampuan menyerap air dari suatu komposit yang terbentuk. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan selisih antara berat basah dan kering spesimen. Pengujian ini dilakukan menggunakan timbangan digital pada Laboratorium Material Inovatif Jurusan Teknik Material

Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Dari hasil pengujian absorpsi air yang dilakukan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3.  
Hasil Uji Absorpsi Air Komposit

No	Filler		Absorpsi Air (%)
	Sekam Padi (phr)	Polypropylene (phr)	
1	0	0	11.18
2	0,25	0	11.61
3	0.5	0	11.75
4	0.75	0	12.02
5	0	0.25	11.57
6	0	0.5	11.79
7	0	0.75	11.95
8	0,25	0.75	11.58
9	0.5	0.5	11.77
10	0.75	0.25	11.97

Dari hasil pengujian absorpsi air pada komposit untuk aplikasi papan partikel semen dengan penambahan sekam padi memiliki nilai penyerapan air yang paling tinggi yaitu sebesar 14.58%. Sedangkan variasi komposisi tanpa penambahan filler memiliki nilai penyerapan air paling rendah yaitu sebesar 11.18%. Apabila dibuat grafik maka akan terlihat seperti pada table 3.

Pada table 3. diperlihatkan bahwa nilai penyerapan komposit akan semakin besar seiring dengan penambahan polypropylene (PP) dan sekam padi dibandingkan dengan komposit tanpa filler. Dari table 3. dapat diketahui bahwa semakin besar komposisi polypropylene (PP) yang ditambahkan maka akan semakin besar nilai penyerapan airnya.

Begitu pula penambahan sekam padi juga menaikkan nilai penyerapan air menjadi lebih besar seiring dengan penambahannya sekam padi ke dalam komposit semen. Hal itu menunjukkan bahwa penambahan sekam padi dan polypropylene (PP) cenderung menaikkan nilai penyerapan air, hal itu dibuktikan dengan nilai penyerapan air yang terus bertambah dengan bertambahnya komposisi sekam padi dan polypropylene (PP).

Kenaikan nilai penyerapan air disebabkan karena penambahan sekam padi dan polypropylene (PP) yang menyebabkan nilai densitas atau berat jenis dari komposit semen menurun. Seperti yang dibahas pada sub bab sebelumnya bahwa berat jenis dari sekam padi dan polypropylene (PP) yang lebih rendah dari komponen penyusunnya menyebabkan dengan bertambahnya sekam padi dan polypropylene (PP) dalam komposit semen maka densitas atau berat jenis dari komposit semen tersebut makin menurun. Dengan densitas atau berat jenis semen yang menurun menyebabkan nilai dari penyerapan air atau absorpsi air akan naik sesuai dengan teori. Hal itu dikarenakan semakin kecil atau rendah sebuah densitas suatu benda maka semakin banyak rongga pada benda tersebut. Seperti halnya porositas, semakin besar atau banyak porositas pada suatu benda maka akan semakin kecil atau rendah densitas atau berat jenis maka semakin mudah benda tersebut untuk menyerap air dikarenakan porositas tersebut. Hal itu dikarenakan dengan banyaknya porositas atau rongga pada benda tersebut maka akan mudah air untuk masuk kedalamnya, sehingga nilai dari penyerapan air atau absorpsi air akan naik. Maka dari itu penyebab naiknya nilai penyerapan air seiring dengan bertambahnya komposisi sekam padi dan polypropylene (PP), karena keberadaan

rongga udara atau void pada papan partikel semen. Hal ini pula yang disebabkan nilai densitas rendah seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dengan demikian semakin besar nilai densitas maka nilai absorpsi air akan semakin kecil. Daya serap air komposit papan partikel semen berbanding terbalik dengan nilai densitas [15].

Nilai *water absorbability* yang rendah dapat menguntungkan untuk aplikasi bahan bangunan karena risiko kerusakan seperti retakan dan kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme yang tidak diinginkan dapat berkurang disebabkan oleh minimnya penetrasi air ke dalam rongga-rongga dari material bangunan [16]. Berdasarkan hasil pengujian water absorbability yang telah dilakukan, seluruh variasi komposisi sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel dimana batas maksimum penyerapan air dari papan partikel yaitu sebesar 12%. Sedangkan berdasarkan standar ISO 8335 seluruh variasi papan partikel juga telah memenuhi standar penyerapan air yakni 6-12%.

#### D. Analisa Kuat Lentur

Pada penelitian ini komposit yang telah dibuat diuji kuat lentur guna mengetahui nilai *flexural strength* sehingga dapat diaplikasikan menjadi papan partikel. Pengujian yang digunakan menggunakan prinsip *3 point flexural test*. Spesimen uji ditempatkan titik tumpu di kedua ujungnya, kemudian diberi beban pada bagian tengahnya hingga patah. Pengujian kuat lentur dilakukan di pada Laboratorium Material Inovatif Jurusan Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Dari pengujian kuat lentur yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa nilai *flexural strength* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.  
Hasil Uji Kuat Lentur Komposit

No	Filler		Flexural Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )
	Sekam Padi (phr)	Polypropylene (phr)	
1	0	0	138.83
2	0,25	0	141.77
3	0.5	0	143.4
4	0.75	0	143.4
5	0	0.25	142.75
6	0	0.5	148.3
7	0	0.75	150.26
8	0,25	0.75	146.34
9	0.5	0.5	149.28
10	0.75	0.25	148.3

Dari hasil pengujian kuat lentur pada komposit untuk aplikasi papan partikel semen nampak bahwa penambahan sekam padi dan polypropylene (PP) berpengaruh terhadap nilai kuat lentur komposit semen yang telah dibuat. Kuat lentur paling rendah yaitu sebesar 138.83 kgf/cm<sup>2</sup> pada variasi komposisi tanpa filler sedangkan nilai kuat lentur paling tinggi yaitu sebesar 150.26 kgf/cm<sup>2</sup> pada variasi komposisi 0,75 phr polypropylene (PP). Apabila dibuat grafik maka akan terlihat seperti pada tabel 4.

Tabel 4. menunjukkan bahwa penambahan sekam padi dan polypropylene (PP) akan menaikkan kekuatan lentur dari komposit sampai pada komposisi tertentu. Penambahan sekam padi maksimum agar dapat menaikkan kekuatan lentur didapatkan pada penambahan 0.5 phr sekam padi, sedangkan penambahan polypropylene (PP) maksimum agar dapat menaikkan kekuatan lentur didapatkan pada penambahan

0.75 phr *polypropylene* (PP). Penambahan kedua *filler* tersebut secara bersamaan menghasilkan kekuatan lentur maksimum pada variasi 0,5 phr sekam padi dan 0.5 phr *polypropylene* (PP).

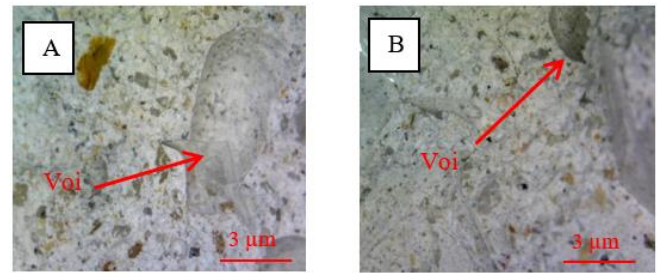
Kenaikan nilai kuat lentur pada penambahan sekam padi disebabkan karena serat berfungsi sebagai tulangan yang disebarkan secara merata pada komposit sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan terlalu cepat akibat adanya pembebanan. Selain itu penyebab penambahan sekam padi dapat meningkatkan kuat lentur karena karakteristik dari sekam padi yang memiliki kekuatan yang rendah menyebabkan kekuatan total dari komposit akan berkurang seiring dengan bertambahnya komposisi sekam padi. Karena pengurangan kekuatan tersebut membuat komposit membuat kakuatan komposit untuk menahan beban bertambah [17].

Sedangkan kenaikan nilai kuat lentur pada penambahan *polypropylene* (PP) menunjukkan bahwa *polypropylene* (PP) dapat mengisi rongga yang ada dalam komposit dengan baik sampai batas komposisi optimum yakni 0.75 phr. Penambahan *polypropylene* (PP) melebihi 0.75 phr akan menurunkan nilai kuat lentur komposit tersebut dikarenakan kadar semen yang terlalu rendah sehingga tidak mampu menutupi dan mengikat seluruh partikel menyebabkan nilai densitas papan yang dihasilkan menjadi lebih rendah [4].

Nilai kuat lentur yang didapatkan juga berbanding terbalik dengan nilai densitas. Semakin rendah densitas akan didapatkan nilai kuat lentur yang tinggi. Hal itu karena banyaknya rongga yang ada di dalam komposit membuat komposit mengalami penurunan ketangguhan, menurut peneliti penurunan ketangguhan membuat semakin mudahnya material mengalami *strain hardening* [18]–[20].

Namun dari hasil percobaan spesimen yang telah dilakukan ada hasil yang tidak sesuai dengan teori atau penjelasan penelitian sebelumnya. Seperti pada spesimen dengan penambahan 0.75 phr sekam padi dan 0.25 phr *polypropylene*. Dari data sebelumnya pada penambahan sekam padi dan *polypropylene* seharusnya pada penambahan 0.75 phr sekam padi dan 0.25 phr *polypropylene* akan membuat grafik naik. Namun, pada hasilnya grafik yang dihasilkan turun atau tidak sesuai dengan grafik pada penambahan sekam padi dan grafik pada penambahan *polypropylene*. Hal tersebut dikarenakan, terdapat rongga atau *void* pada spesimen 0.75 phr sekam padi dan 0.25 phr *polypropylene* yang ukurannya lebih besar dari pada spesimen 0.5 phr sekam padi dan 0.5 phr *polypropylene*. Hal itu menyebabkan penurunan hasil kuat lentur dari spesimen. Rongga tersebut diakibatkan proses hidrasi pada semen yang berlebihan sehingga rongga yang dihasilkan berbeda dengan rongga pada spesimen sebelumnya sehingga membuat kuat lentur dari spesimen menurun. Rongga tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. pada hasil fotomikrografi dari spesimen 0.75 phr sekam padi dan 0.25 phr *polypropylene* yang dibandingkan dengan spesimen 0.5 phr sekam padi dan 0.5 phr *polypropylene*.

Berdasarkan nilai *flexural strength* yang didapatkan dari pengujian *bending* pada tiap spesimen, dapat disimpulkan bahwa papan partikel telah memenuhi standar SNI untuk papan partikel tipe 8 jenis papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif serta menurut standar ISO 8335 juga telah memenuhi standar yaitu diatas 9 MPa (90 kgf/cm<sup>2</sup>)



Gambar 4. Hasil Fotomikografi Komposit dengan (a) penambahan 0.75 phr sekam padi + 0.25 phr *polypropylene* (b) penambahan 0.5 phr sekam padi + 0.5 phr *polypropylene* dengan perbesaran 50x

#### E. Analisa Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan kompresi dari komposit yang terbuat dari semen, bata ringan, serta *filler* sekam padi dan *polypropylene* (PP). Dengan mengetahui kekuatan kompresi dari material komposit, maka dapat dijadikan pertimbangan komposit yang dibuat untuk dijadikan bahan bangunan seperti ubin, *paving block*, dinding, papan partikel, dan lain-lain.

Uji kompresi di lakukan di Laboratorium Material Inovasi, Jurusan S1 Departemen Teknik Material Insitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dari hasil uji kompresi yang dilakukan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5.  
Hasil Uji Kuat Tekan Komposit

No	Filler		Compressive Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )
	Sekam Padi (phr)	Polypropylene (phr)	
1	0	0	468
2	0,25	0	450
3	0,5	0	443
4	0,75	0	437
5	0	0,25	522
6	0	0,5	527
7	0	0,75	537
8	0,25	0,75	522
9	0,5	0,5	517
10	0,75	0,25	512

Dari hasil pengujian kuat tekan pada komposit untuk aplikasi papan semen partikel nampak bahwa penambahan sekam padi dan *polypropylene* (PP) berpengaruh terhadap nilai kekuatan kompresi pada komposit yang telah dibuat. Kekuatan kompresi paling rendah yaitu sebesar 437 kgf/cm<sup>2</sup> pada variasi komposisi penambahan 0.75 phr sekam padi sedangkan nilai kekuatan kompresi paling tinggi yaitu sebesar 537 kgf/cm<sup>2</sup> pada variasi komposisi 0,75 phr *polypropylene* (PP).

Table 5. menunjukkan bahwa penambahan sekam padi dan *polypropylene* (PP) akan menaikkan kekuatan kompresi dari komposit sampai pada komposisi tertentu. Penambahan *polypropylene* (PP) maksimum agar dapat menaikkan kekuatan kompresi didapatkan pada penambahan 0.75 phr *polypropylene* (PP), sedangkan penambahan sekam padi menyebabkan penurunan kekuatan kompresi dan didapatkan seiring dengan penambahan komposisi seka semakin turun kekuatan tekan bahan uji. Penambahan kedua *filler* tersebut secara bersamaan menghasilkan kekuatan kompresi maksimum pada variasi 0,25 phr sekam padi dan 0.75 phr *polypropylene* (PP).

Kenaikan kekuatan kompresi pada penambahan *polypropylene* (PP) karena adanya ikatan yang baik antara matriks (semen) dan *filler* (*polypropylene*/PP) pada papan semen partikel sehingga menyebabkan nilai kuat tekan pada

papan semen partikel bertambah. Selain ikatan yang baik, *polypropylene* memiliki kekuatan patah yang tinggi (*High Fracture Strength*), sehingga membuat bahan uji menjadi padat dan membuatnya memiliki kekuatan yang tinggi dan memiliki kekuatan untuk menahan tekanan [21].

Sedangkan penambahan serbuk sekam padi menyebabkan turunnya kekuatan tekan dari komposit. Dari tabel 5. diketahui semakin bertambahnya komposisi sekam padi akan semakin berturunnya kekuatan tekan komposit semen. Pengurangan kekuatan tekan itu dikarenakan partikel sekam padi yang terbilang mempunyai kekuatan yang rendah. Sehingga partikel sekam padi membuat jumlah porositas makin bertambah yang menyebabkan terbentuknya rongga pada komposit semen yang menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan komposit semen [17].

Semakin bertambahnya sekam padi akan menurunkan kekuatan kompresi mulai dari komposisi 0.25 phr, hingga 0.75 phr menyebabkan kuat tekan papan semen partikel menurun, hal ini disebabkan komposisi sekam padi yang lebih banyak mempengaruhi lekatan antara semen dengan sekam padi sehingga mengurangi kekuatan papan [22].

Dari data penelitian diatas didapatkan bahwa semakin bertambahnya sekam padi dan *polypropylene* akan menurunkan hasil kuat tekan. Hal itu disebabkan, penurunan dari hasil grafik kuat tekan dengan penambahan sekam padi sangatlah signifikan dibandingkan dengan hasil grafik penambahan *polypropylene*. Sehingga pada hasil pencampuran sekam padi dengan *polypropylene* didapatkan grafik akan menurun secara perlahan. Begitu pula dengan penambahan *polypropylene* yang semakin menurun dari 0.75 phr, 0.5 phr, hingga 0.25 phr. Sehingga membuat grafik akan mengalami penurunan setelah kenaikan pada penambahan penambahan 0.25 phr sekam padi dan 0.75 phr *polypropylene*.

Dari data yang didapat diketahui pula bahwa kenaikan nilai kuat lentur diiringi dengan kenaikan kuat tekan pula yang sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan, membuktikan bahwa adanya korelasi antara kuat lentur terhadap kuat tekan dimana nilai kuat lentur sebanding dengan nilai kuat tekan [23].

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Pengaruh variasi komposisi sekam padi dan *polypropylene* (PP) terhadap sifat mekanik komposit untuk aplikasi papan semen partikel adalah penambahan sekam padi dan *polypropylene* (PP) akan menaikkan kekuatan kompresi dan nilai kuat lentur dari komposit sampai pada komposisi tertentu. Penambahan sekam padi terbaik didapatkan pada penambahan 0.5 phr sekam padi, sedangkan penambahan *polypropylene* (PP) maksimum pada penambahan 0.5 phr *polypropylene* (PP). Penambahan kedua filler tersebut secara bersamaan menghasilkan nilai kuat lentur maksimum pada variasi 0,5 phr sekam padi dan 0.5 phr *polypropylene* (PP). Sedangkan pada kekuatan kompresi nilai terbaik dari variasi komposisi sekam padi dan *polypropylene* adalah saat pada sekam padi 0.25 phr dan *polypropylene* pada saat 0.75 phr. Terlihat bahwa adanya korelasi antara kuat lentur terhadap kuat tekan dimana nilai kuat lentur sebanding dengan nilai

kuat tekan. Kenaikan nilai kuat lentur juga cenderung sebanding dengan nilai densitas

Pengaruh komposisi sekam padi dan *polypropylene* (PP) terhadap sifat fisis komposit untuk aplikasi papan semen partikel adalah penambahan *polypropylene* (PP) akan menurunkan nilai densitas hingga pada komposisi 0.75 phr, begitu pula penambahan sekam padi akan menurunkan nilai densitas namun sebaliknya nilai absorpsi air yang didapat berbanding terbalik dengan nilai densitas

Nilai pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen partikel seluruhnya telah memenuhi standar ISO 8335. Komposisi yang paling optimal adalah komposit dengan variasi 0,5 phr sekam padi dan 0.5 phr *polypropylene* (PP).

### B. Saran

Melanjutkan penelitian ini dengan melakukan analisa pengaruh ukuran mesh size material abrasif pada blasting terhadap kekuatan lekat cat dan ketahanan korosi pada lingkungan air laut

Melakukan pengujian korosif lebih lanjut dan mencari produk korosi yang terbentuk.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Tabarsa, A. Ashori, and M. Gholamzadeh, "Evaluation of surface roughness and mechanical properties of particleboard panels made from bagasse," *Compos. Part B*, vol. 42, pp. 1330–1335, 2012.
- [2] Ngafwan, "Pemanfaatan limbah sekam padi untuk pembuatan komposit hambat panas menggunakan matrik resin," *Media Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 17–23, 2006.
- [3] S. Harini and S. Endah, "Pengaruh kekuatan bending dan tarik bahan komposit berpenguat sekam padi dengan materik urea formaldehyde," *J. Ilm. Widya Ekkakta*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [4] Gunawan and W. N. . Purnawan, "Pengaruh penambahan serat *polypropylene* pada beton ringan dengan teknologi foam terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas," *J. Matriks Tek. Sipil*, vol. 2, pp. 206–213, 2014.
- [5] R. Wenno, "Kuat tekan mortar dengan menggunakan abu terbang (fly ash) asal PLTU Amurang sebagai substitusi parsial semen," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 5, 2014.
- [6] G. M. Oka, "Pengaruh pengempaan pada proses pembuatan batako berbasis morta," *J. Smartek*, vol. 4, no. 1, pp. 17–34, 2006.
- [7] H. Taufik, A. Kurniawandy, and D. Arita, "Tinjauan kuat tekan bata ringan menggunakan bahan tambah foaming agent," *J. Saintis*, vol. 17, no. 1, 2017.
- [8] Maryono, "Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent," Universitas Sumatera Utara, 2008.
- [9] A. H. Maddah, "Polypropylene as a promising plastic: a review," *Am. J. Polym. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [10] K. Tjokrodimulyo, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafitri, 1996.
- [11] R. Sidik, "Studi Pengaruh Penambahan Polypropylene dan Low Density Polyethylene terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Wood plastik untuk Aplikasi Genteng Ramah Lingkungan," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [12] A. H. . Abharan, "Studi Pengaruh Komposit Binder Termoplastik dari Sampah Plastic PP dan PET terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisis Komposit Partikulat untuk Aplikasi Mortar," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [13] N. Nayiroh, *Teknologi Material Komposit*. Malang: Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim, 2013.
- [14] M. Fitri, "Pengaruh presentase serbuk ampas tebu terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel semen," *J. Fis.*, vol. 7, no. 4, pp. 298–302, 2018.
- [15] D. Purwanto, "Sifat Fisis dan Mekanis Papan Semen dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit," Kalimantan Selatan, 2016.
- [16] B. Ananda, "Studi Pengaruh Variasi Komposisi Binder Sampah Plastik Polypropylene (PP) dan Polyethylene (PET) terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Komposit Berpenguat Serbuk Sekam Padi untuk Aplikasi Papan Partikel," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [17] P. H.R. and A. J. A. . Jammshidi. M, "Combination of ground rice husk and polyvinyl alcohol fiber in cementitious composite," *J. Environ. Manag.*, vol. 215, pp. 116–122, 2018.
- [18] Z. Z., M. H., and Q. S., "Investigation on properties of ECC

- incorporating crumb rubber of different sizes,” *J. Adv. Concr. Technol.*, vol. 13, no. 5, pp. 241–251, 2015.
- [19] C. Z., Y. E.H., Y. Y., and Y. Y., “Latex-modified engineered cementitious composites (L-ECC),” *J. Adv. Concr. Technol.*, vol. 12, no. 12, pp. 510–519, 2014.
- [20] A. N.M., J. M.M., and H. S.S., “Flexural performance of green engineered cementitious composites containing high volume of palm oil fuel ash,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 37, pp. 518–525, 2012.
- [21] X. Chen, X. Shi, J. Zhou, Q. Chen, E. Li, and X. Du, “Compressive behavior and microstructural properties of tailings polypropylene fibre-reinforced cemented paste backfill,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 190, pp. 211–221, 2018.
- [22] M. Darmawi and A. Mahyudin, “Pengaruh penambahan serat ijuk terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen-gypsum,” *J. Fis. Unand.*, vol. 2, no. 1, pp. 6–12, 2013.
- [23] Suhendra, “Kajian hubungan kuat lentur dengan kuat tekan beton,” *J. Civronlit*, vol. 2, no. 1, pp. 38–44, 2017.