

Kualitas Papan Semen dari Partikel Serutan Pensil dengan Berbagai Rasio Semen dan Partikel (The Quality of Cementboard made of Pencil Shaving under Various Ratio of Cement and Particle Treatment)

Desi Natarina Sembiring¹, Luthfi Hakim², Tito Sucipto²

¹Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tridharma Ujung No. 1
Kampus USU Medan 20155

(Penulis Korespondensi, Email: desy_natarina@yahoo.com)

²Staf Pengajar Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara

Abstract

Cement-Bonded Particleboard made of pencil shaving industry waste has not developed in Indonesian. The main objective of this research was to evaluate the physical and mechanical properties of cement bonded from pencil shavings particles and determine the optimum cement-to-particle ratio. The treatment of cement/particle ratio were 90:10; 85:15; 80:20 and 75:25. Methods of this research were two steps curing. The first step was air curing using cold press for ± 4 days and continued of second step was oven curing at 80 C for 24 hours.

The result of the research showed that cement-bonded particleboard produced density value around 0,73-1,13 g/cm³, moisture content 8,37-12,16%, water absorption on immersion 2 hours and 24 hours around 23,78-43,48% and 27,33-51,90%, thickness swelling on immersion 2 hours and 24 hours around 0,79-1,82% and 1,39-2,89%, modulus of elasticity around 114,21-880,17 kg/cm², modulus of rupture around 7,32-18,52 kg/cm² and internal bond around 0,88-1,56 kg/cm². The effect of cement/particle ratio on the research showed that 80:20 is very good compared from 90:10; 85:15 and 75:25.

Key words: cement-bonded particleboard, pencil shavings particles, cement-to-particle ratio.

PENDAHULUAN

Produk papan semen partikel mempunyai keunggulan komparatif diantaranya kestabilan dimensinya baik, tahan terhadap kelembapan, tahan api, kedap suara serta lebih tahan terhadap serangan jamur. Papan semen juga lebih tahan terhadap serangan rayap tanah dibandingkan produk kayu lainnya (Sukartana *et al.*, 2000). Oleh karena itu, papan semen merupakan salah satu bahan bangunan yang tahan lama dalam penggunaannya serta biaya pemeliharannya tergolong lebih murah. Produk papan semen memiliki beberapa kekurangan antara lain berat dan penggunaannya lebih terbatas sebagai bahan bangunan.

Moslemi dan Pfister (1987) menyatakan bahwa dibutuhkan waktu yang lama untuk semen bisa mengeras sebelum mencapai kekuatan yang cukup. Beberapa bahan kimia seperti kalsium klorida (CaCl₂), feri klorida (FeCl₃), feri sulfat (Fe₂(SO₄)₃), magnesium klorida (MgCl₂), dan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) dapat mengurangi hambatan pengerasan semen dan kayu (Moslemi *et al.*, 1983).

Rasio komposisi semen dengan partikel kayu merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi sifat fisik, sifat mekanis, dan kualitas papan semen partikel yang dihasilkan (Prayitno, 1995 ; Kamil, 1970 ; Frybort *et al.*, 2008). Penelitian Papadopoulos *et al.*, (2006) pada papan semen OSB menunjukkan semakin

tinggi rasio semen-kayu (rasio semen 1, 2 dan 3) maka semakin tinggi untuk nilai MOE, keteguhan rekat, dan kestabilan dimensi, kecuali nilai MOR optimum pada rasio semen-kayu 2:1.

Partikel kayu dalam bentuk serutan (*shaving*) adalah jenis partikel yang tergolong kecil sehingga cukup baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen partikel (Mujtahid, 2010). Menurut Faber Castell (2005) dalam satu volume batang pensil akan menghasilkan 2% *shave*. Satu batang pensil mempunyai volume 6,74 x 10⁻⁶. Industri pembuatan pensil mampu memproduksi pensil ± 2 milyar batang pensil per tahun, sehingga limbah serutan yang dihasilkan adalah 269,6 m³ per tahun.

Pemanfaatan limbah industri pensil dalam bentuk serutan serta bahan kimia MgCl₂ sebagai katalisator diharapkan dapat menghasilkan papan semen yang memiliki kualitas yang baik serta ramah lingkungan. Atas dasar pemikiran tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul "Kualitas Papan Semen dari Partikel Serutan Pensil dengan Berbagai Rasio Semen dan Partikel".

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2014 hingga Maret 2015. Penelitian ini dilakukan di *Work Shop* Program Studi Kehutanan, sementara pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan di

Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin kempa dingin, oven, timbangan elektrik, plat besi ukuran 25 x 25 x 1 cm, cetakan papan, mesin UTM merek Tensilon tipe RTF 1350 untuk pengujian mekanis, kaliper, termos, dan thermometer untuk uji hidrasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel serutan pensil dari limbah industri pensil, semen, minyak goreng, magnesium klorida ($MgCl_2$) dan air.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Bahan Baku

Partikel serutan pensil terlebih dahulu disaring dengan saringan ukuran 30 mesh agar ukuran partikel yang digunakan menjadi seragam serta memisahkannya dari kotoran lainnya. Partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel yang tertahan pada 30 mesh. Partikel kemudian dikeringkan hingga kadar air udara mencapai 7%. Selanjutnya partikel disimpan dalam plastik transparan dan ditutup rapat untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen.

2. Pengukuran Suhu Hidrasi

Suhu hidrasi adalah suhu yang terjadi akibat dari reaksi eksotermik antara semen dan air. Nilai suhu hidrasi merupakan salah satu indikator kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan semen partikel. Pengukuran suhu hidrasi mengacu pada metode Sanderman (Kamil, 1970). Pengukuran suhu hidrasi dilakukan dengan mengamati perubahan temperatur yang terjadi pada campuran 200 gram semen, 100 gram air, 20 gram partikel dan $MgCl_2$ 5% dari berat semen yaitu 10 gram. Pengukuran suhu hidrasi dilakukan pada 4 perlakuan yaitu :

- Semen + Air
- Semen + Air + $MgCl_2$
- Semen + Air + $MgCl_2$ + Partikel tanpa Perendaman
- Semen + Air + $MgCl_2$ + Partikel dengan Perendaman 24 jam

Semua bahan pada masing-masing perlakuan dicampur ke dalam gelas ukur lalu diaduk hingga merata. Diletakkan tabung reaksi ke dalam gelas ukur yang didalamnya berisikan minyak goreng dan thermometer sebagai alat untuk mengukur suhu hidrasi. Setelah itu, keempat gelas ukur dimasukkan ke dalam termos *styrene foam* yang ditutup rapat agar udara panas tidak keluar, dan dilakukan pengukuran setiap 1 jam sekali selama 24 jam.

Suhu hidrasi maksimum adalah suhu hidrasi yang dipakai untuk melihat kesesuaian bahan baku antara partikel tanpa perendaman dengan partikel yang direndam 24 jam. Jika keduanya berada pada suhu hidrasi maksimum yang sama, maka bahan baku yang digunakan adalah partikel tanpa perendaman agar lebih efisien dan ekonomis.

3. Perhitungan Bahan Baku dan Semen

Kebutuhan bahan baku partikel serutan pensil, semen, air dan katalis $MgCl_2$ 5% dari berat semen tergantung pada jumlah perbandingan partikel dan semen yang digunakan, ukuran papan serta kerapatan sasaran yang ditetapkan. Penggunaan katalis $MgCl_2$ sebesar 5% mengacu pada penelitian yang dilakukan Sulastiningsih *et al.*, (2000) yaitu konsentrasi $MgCl_2$ sebesar 5% menghasilkan nilai MOR, MOE dan IB maksimum. Rasio komposisi semen:partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 75:25 ; 80:20 ; 85:15 serta 90:10. Papan semen partikel yang dibuat berukuran 25 x 25 x 1 cm dengan kerapatan sasaran 1,2 gr/cm². Perhitungan komposisi jumlah semen dan bahan baku yang akan digunakan dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bb} &= \rho \times d \\ &= 1,2 \text{ gr/cm}^2 \times 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 1 \text{ c} \\ &= 750 \text{ gr (BKO)} \end{aligned}$$

Keterangan : ρ = kerapatan target (gr/cm³)

d = ukuran papan komposit

Jumlah kebutuhan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan papan semen partikel dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kebutuhan bahan baku papan semen partikel

Rasio Komposisi	Semen (g)	Partikel (gr)	Air (gr)	Katalis/ $MgCl_2$	Jumlah Ulangan
75:25	562,5	187,5	225	28,12	3
80:20	600,0	150,0	225	30,00	3
85:15	637,5	112,5	225	31,88	3
90:10	675,0	75,0	225	33,75	3

Penggunaan rasio komposisi tersebut pada awalnya mengacu pada penelitian yang dilakukan Hakim dan Sucipto (2011) tentang pembuatan papan semen dari serat kertas kardus dengan perbandingan semen: serat sebesar 60:40, 50:50 dan 40:60. Namun setelah dilakukan penelitian pendahuluan, tidak ada papan semen yang dapat mengikat dengan baik berdasarkan ketiga perbandingan tersebut. Oleh karena itu, rasio komposisi yang dipakai dalam penelitian ini adalah 75:25, 80:20, 85:15 dan 90:10.

4. Pembuatan Papan Semen Partikel

Pengadonan

Bahan baku yang digunakan ditimbang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan lalu dilakukan pencampuran partikel serutan pensil dengan semen hingga tercampur rata. Katalisator $MgCl_2$ 5% terlebih dahulu dilarutkan dalam air 225 gr kemudian dimasukkan ke dalam campuran sambil tetap diaduk hingga seluruh bahan baku tercampur homogen.

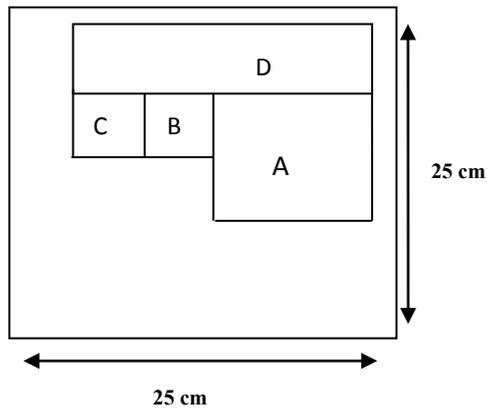
Pembentukan Lembaran

Campuran bahan baku tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang berukuran 25x25x1 cm dan dilakukan pengempaan dingin dengan tekanan 25 kg/cm² selama 10 menit tanpa suhu kempa hingga ketebalan papan mencapai 1 cm. Setelah itu, lapik pada plat besi dikempa manual dengan mengencangkan baut pada keempat sisi plat besi selama 4 hari.

5. Pengkondisian

Papan yang dikeluarkan dari plat besi kemudian diovenkan selama 24 jam pada suhu 50°C sampai kekerasan papan semen merata (Armaya, 2012). sebagai tahap pengerasan lanjutan, papan semen dikondisikan selama ±2 minggu pada suhu ruangan dengan tujuan agar kadar airnya seragam dan papan semen memiliki kekerasan yang cukup tinggi.

Pola pemotongan contoh uji untuk sifat fisis dan mekanis papan semen partikel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola pemotongan permukaan contoh uji untuk pengujian

Keterangan:

- A. Contoh uji kadar air dan kerapatan (10 cm x 10 cm)
- B. Contoh uji PT dan DSA (5 cm x 5 cm)
- C. Contoh uji IB (5 cm x 5 cm)
- D. Contoh uji MOE & MOR (20 cm x 5 cm)

Pengujian

Pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan berdasarkan standar *Japanese Industrial Standard (JIS) A 5417-1992* tentang Papan Semen Partikel. Parameter kualitas papan yang diuji adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan daya serap air (untuk sifat fisis). Sedangkan untuk sifat mekanis diuji keteguhan rekat internal (*internal bond*), modulus patah (MOR), dan modulus elastisitas (MOE).

Kerapatan

Pengujian kerapatan dilakukan pada kondisi kering udara dan volume kering udara. Contoh uji berukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm ditimbang beratnya, kemudian diukur rata-rata panjang, lebar, dan tebalnya dari 4 titik pengukuran untuk menghitung volume contoh uji. Nilai kerapatan papan semen dihitung dengan rumus :

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat (g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}}$$

Kadar air

Sampel yang digunakan pada pengujian kadar air dan kerapatan adalah sampel yang sama dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 1 cm. Kadar air papan semen partikel dihitung berdasarkan berat awal (BA) dan berat kering oven (BKO). Contoh uji ditimbang untuk mendapatkan berat awal (BA) kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 103±2°C. Setelah dioven, contoh uji

ditimbang dan dioven lagi selama beberapa jam hingga beratnya konstan (BKO). Nilai kadar air papan semen dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{BA} - \text{BKO}}{\text{BKO}} \times 100 \%$$

Daya Serap Air

Daya serap air dihitung dari berat sebelum perendaman (B1) dan berat sesudah perendaman dalam air (B2) selama 2 jam dan 24 jam. Contoh uji yang digunakan pada pengukuran daya serap air adalah 5 cm x 5 cm x 1 cm. Contoh uji ditimbang terlebih dahulu untuk mendapatkan B1, kemudian dilakukan pengukuran berat setelah perendaman selama 2 jam dan dilanjutkan perendaman selama 22 jam untuk pengukuran kedua. Nilai daya serap air dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{\text{B2} - \text{B1}}{\text{B1}} \times 100 \%$$

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal dihitung atas tebal sebelum (T1) dan tebal sesudah perendaman (T2) dalam air selama 2 jam dan 24 jam. Contoh uji yang digunakan pada uji pengembangan tebal menggunakan sampel yang sama pada uji daya serap air. Pengukuran tebal dilakukan setelah perendaman selama 2 jam kemudian dilanjutkan dengan perendaman selama 22 jam untuk dilakukan pengukuran kedua. Pengembangan tebal dihitung dengan rumus :

$$\text{Pengembangan Tebal (\%)} = \frac{\text{T2} - \text{T1}}{\text{T1}} \times 100 \%$$

Internal Bond

Keteguhan rekat internal (*internal bond*) diperoleh dengan cara merekatkan kedua permukaan contoh uji papan semen dengan perekat epoksi pada balok besi kemudian didiamkan terlebih dahulu selama 24 jam sebelum contoh uji ditarik secara berlawanan. Namun, contoh uji yang akan digunakan terlebih dahulu diukur panjang dan lebarnya untuk memperoleh luas permukaan contoh uji. Contoh uji yang digunakan pada pengukuran keteguhan rekat internal adalah 5 cm x 5 cm x 1 cm. Keteguhan rekat internal dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{IB} = \frac{\text{P max}}{\text{A}}$$

MOE (Modulus of Elasticity)

Pengujian MOE dilakukan untuk melihat kekuatan lentur contoh uji papan semen partikel menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* dengan jarak sangga 15 cm dan kecepatan 10 mm/menit. Ukuran contoh uji MOE adalah 20 cm x 5 cm. Nilai MOE dihitung dengan rumus :

$$\text{MOE} = \frac{\Delta P \cdot L^3}{4 \cdot \Delta Y \cdot b \cdot d^3}$$

MOE = Modulus lentur (kg/cm²)
 ΔP = Beban sebelum batas proporsi (kg)
 L = Jarak Sangga (cm)
 ΔY = Lenturan pada beban (cm)
 b = Lebar contoh uji (cm)
 d = Tebal contoh uji (cm)

MOR (Modulus of Rupture)

Pengujian keteguhan patah (MOR) dilakukan untuk melihat kekuatan patah contoh uji papan semen dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan jarak sangga 15 cm dan kecepatan 10 mm/menit. Ukuran contoh uji 20 cm x 5 cm. Pola pembebanan dalam pengujian MOE dan MOR dapat dilihat pada Gambar 3.

$$MOR = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2}$$

MOR = Modulus patah (kg/cm²)
 P = Beban maksimum (kg)
 L = Jarak Sangga (cm)
 b = Lebar contoh uji (cm)
 d = Tebal contoh uji (cm)

Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah analisis Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pratisto, (2004). Faktor perlakuan yang digunakan adalah perbandingan semen dengan partikel serutan pensil yaitu 75:25, 80:20, 85:15 dan 90:10 sebanyak 3 ulangan. Hasil rata-rata pengujian sifat fisis dan mekanis akan dibandingkan dengan *Japanese Industrial Standard* (JIS) A 5417-1992.

Model statistik dari rancangan percobaan ini adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = pengamatan pada rasio komposisi semen: partikel ke-i dan ulangan ke-j
 μ = rata-rata umum
 τ_i = pengaruh rasio komposisi semen:partikel taraf ke-i
 ε_{ij} = pengaruh acak (galat) pada perbandingan ke-i ulangan ke-j
 i = rasio komposisi semen:partikel (75:25, 80:20, 85:15 dan 90:10)
 j = ulangan (1, 2 dan 3)

Hipotesis yang akan digunakan adalah:

H_0 = rasio komposisi semen dan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas papan semen partikel.
 H_1 = rasio komposisi semen dan partikel serutan pensil memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas papan semen partikel.

Pengaruh dari faktor perlakuan yang dicoba untuk diketahui dengan melakukan analisis keragaman dengan kriteria uji:

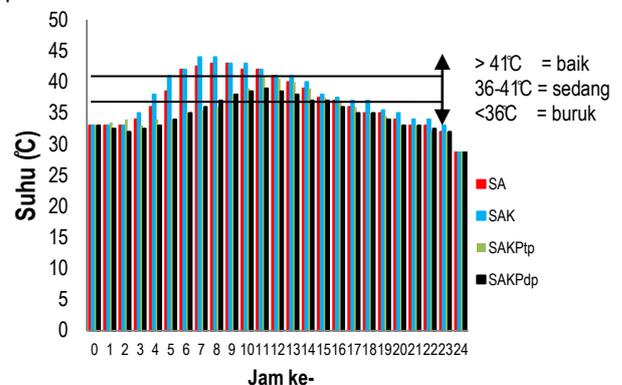
- jika F hitung < F tabel, maka H_0 diterima
- jika F hitung > F tabel, maka H_1 diterima.

Taraf perlakuan yang berpengaruh nyata di antara faktor perlakuan dapat diketahui pengaruhnya berbeda nyata atau tidak berbeda nyata dengan melanjutkan pengujian lanjutan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kepercayaan 95 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Hidrasi

Suhu hidrasi merupakan salah satu indikator kelayakan bahan baku yang dipakai pada pembuatan papan semen partikel. Pengukuran suhu hidrasi dilakukan untuk melihat variasi suhu hidrasi pada waktu 0-24 jam pada campuran partikel serutan pensil dengan semen *portland*. Semakin tinggi suhu hidrasi dan semakin cepat waktu pengerasan maksimum, maka jenis partikel tersebut semakin cocok digunakan sebagai bahan baku papan semen. Hasil pengukuran suhu hidrasi papan semen selama 24 jam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik suhu hidrasi partikel serutan pensil dan semen

Gambar 2 menunjukkan bahwa suhu hidrasi terendah adalah 32C (dari perlakuan SA pada jam ke 23 dan 24 ; perlakuan SAKPtp pada jam ke 22 dan 23 ; serta perlakuan SAKPdp pada jam ke 4, 23 dan 24) dan suhu hidrasi maksimum adalah 44C (dari perlakuan SAK pada jam ke 7 dan 8). Suhu hidrasi maksimum dan waktu yang dicapai pada setiap perlakuan dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 2.

Tabel 2. Suhu hidrasi tertinggi dan waktu yang dicapai

Perlakuan	Suhu hidrasi maksimum (C)	Waktu mencapai suhu hidrasi (jam)
Semen + Air (SA)	43	10
Semen + Air + Katalis (SAK)	44	9
Semen + Air + Katalis + Partikel basah	41	13
Semen + Air + Katalis + Parikel kering	39	13

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa SAK memiliki suhu hidrasi lebih tinggi serta waktu pencapaian suhu hidrasi lebih cepat (suhu 44C pada jam ke-9) dibandingkan SA (suhu 43C pada jam ke-10). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan katalis $MgCl_2$ mempengaruhi waktu pengerasan semen. Menurut Setiadhi (2006) pemakaian katalisator dapat

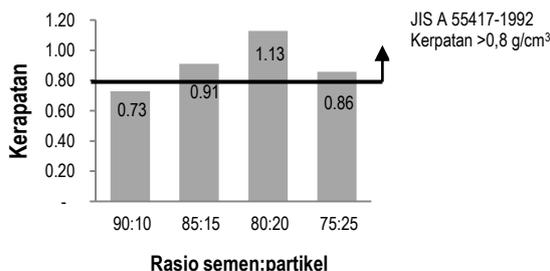
mempercepat proses pengerasan (pengeringan) papan semen. Penambahan $MgCl_2$ sebagai katalisator juga terbukti dapat mempercepat proses pengerasan semen pada penelitian Armaya (2012) dan Dewi (2003).

Penambahan partikel serutan pensil dapat menurunkan suhu hidrasi maksimum semen dengan partikel. Hal ini terlihat dari suhu hidrasi maksimum yang dicapai pada perlakuan kontrol yaitu $44^{\circ}C$ mengalami penurunan menjadi $41^{\circ}C$ (partikel tanpa perendaman) dan $39^{\circ}C$ (partikel dengan perendaman). Kandungan zat ekstraktif yang terkandung dalam partikel serutan pensil menjadi penyebab proses hidrasi semen dengan partikel menjadi kurang maksimal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hachmi dan Campbell (1988) yang menyatakan bahwa kecenderungan penurunan suhu hidrasi akibat penambahan partikel kayu diakibatkan karena kayu mengandung zat ekstraktif dan hemiselulosa yang dapat larut dalam alkali yang menghambat proses hidrasi. Hendrik (2005) menambahkan bahwa waktu pengerasan semen dan suhu hidrasi dipengaruhi oleh kandungan air, bahan kimia dan zat ekstraktif yang terdapat pada kayu.

Suhu hidrasi yang dicapai pada penelitian ini dikategorikan sedang karena sesuai dengan standar LPHH-Bogor menyatakan bahwa bila suhu maksimum lebih dari $41^{\circ}C$ termasuk baik, $36^{\circ}C-41^{\circ}C$ termasuk sedang dan kurang dari $36^{\circ}C$ termasuk buruk. Berdasarkan kriteria tersebut maka dapat disimpulkan bahwa partikel serutan pensil yang digunakan pada penelitian ini dapat dipakai sebagai bahan baku papan semen karena suhu hidrasi maksimumnya $41^{\circ}C$. Partikel serutan pensil yang digunakan pada penelitian ini adalah partikel tanpa perendaman karena menghasilkan suhu hidrasi yang lebih tinggi dibandingkan partikel dengan perendaman serta lebih ekonomis.

Sifat Fisis Papan Lamina Kerapatan

Kerapatan adalah salah satu sifat fisis yang menunjukkan banyaknya massa per satuan volume. Nilai kerapatan sangat mempengaruhi sifat mekanis dari papan semen yang dihasilkan khususnya kekuatan papan semen. Hasil pengujian kerapatan papan semen pada penelitian ini berkisar antara 0.73 g/cm^3 - 1.13 g/cm^3 . Rekapitulasi rata-rata nilai kerapatan papan semen partikel dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik nilai kerapatan papan semen partikel serutan pensil

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kerapatan tertinggi papan semen partikel diperoleh dari rasio semen:partikel 80:20 yaitu $1,13 \text{ g/cm}^3$, sedangkan nilai kerapatan terendah diperoleh dari rasio 90:10 dengan nilai $0,73 \text{ g/cm}^3$. Data tersebut memperlihatkan kecenderungan bahwa semakin tinggi kadar semen yang digunakan semakin rendah nilai kerapatan yang dihasilkan kecuali pada rasio 75:25 yang memiliki kerapatan lebih rendah dibandingkan rasio 80:10. Hal ini disebabkan oleh kadar semen yang terlalu rendah pada rasio 75:25 sehingga tidak mampu menutupi dan mengikat seluruh partikel serutan pensil yang bersifat voluminous. Oleh karena itu, kerapatan papan yang dihasilkan menjadi lebih rendah.

Nilai kerapatan yang paling rendah pada penelitian ini diperoleh dari komposisi 90:10 yaitu $0,73 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini disebabkan karena semen yang bersifat padat dengan kadar yang terlalu tinggi yaitu 90% tidak mampu bersenyawa sempurna dengan jumlah air yang digunakan. Purwoko (1980) menjelaskan bahwa jumlah air yang digunakan untuk sejumlah semen menentukan kualitas adukan campuran yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan ikatan antara semen dan partikel pada rasio 90:10 menjadi kurang kompak sehingga nilai kerapatan papan semen yang dihasilkan cenderung rendah.

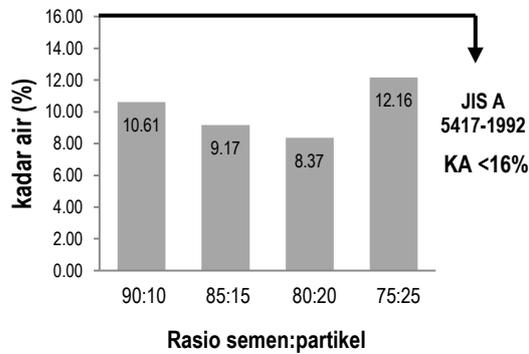
Nilai kerapatan yang diperoleh secara keseluruhan tidak mencapai target kerapatan yang telah ditetapkan yaitu $1,2 \text{ g/cm}^3$. Hal ini dikarenakan tebal papan semen yang dihasilkan rata-rata mencapai $1,5 \text{ cm}$ sementara tebal plat besi adalah 1 cm . Akibatnya volume papan semen menjadi lebih besar sehingga kerapatan yang dihasilkan menjadi kecil dan tidak dapat mencapai target. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan Sulastiningsih (2000) serta penelitian Bakri dan Sanusi (2006) yang menyatakan bahwa nilai kerapatan papan semen yang rendah disebabkan karena ketebalan papan semen melebihi target ketebalan yang telah ditetapkan. Selain itu, faktor ukuran partikel juga mempengaruhi nilai kerapatan papan yang dihasilkan. Penurunan nilai kerapatan disebabkan ukuran partikel yang lebih besar tidak diikat dengan baik oleh semen dan memiliki ikatan yang kurang erat untuk rasio massa partikel dan semen yang digunakan. Mujtahid (2010) menyatakan bahwa semakin besar ukuran serbuk maka nilai kerapatan papan semen-serbuk aren yang dihasilkan semakin menurun.

Hasil analisis ragam yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rasio komposisi semen dan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kerapatan papan semen. Berdasarkan standar JIS A 5417-1992, nilai kerapatan papan semen partikel pada rasio komposisi 75:25 ; 80:20 serta 85:15 telah memenuhi standar, namun nilai kerapatan pada komposisi 90:10 belum memenuhi standar karena nilainya kurang dari $0,8 \text{ gr/cm}^3$.

Nilai Kadar Air

Kadar air merupakan berat air yang terdapat pada papan semen dibagi berat kering tanur yang

dinyatakan dalam persen. Hasil pengujian kadar air pada penelitian ini berkisar antara 8,37% - 12,16%. Hasil kadar air tersebut lebih tinggi jika dibandingkan hasil kadar air pada penelitian Armaya (2012) dimana nilai rata-rata kadar air papan semen dengan ukuran partikel 40 mesh adalah 9,23%. Rekapitulasi rata-rata nilai kadar air papan semen partikel dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai kadar air papan semen partikel serutan pensil

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar semen yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai kadar air yang dihasilkan (Hendrik, 2005), kecuali pada rasio 75:25 yang memiliki nilai KA jauh lebih besar dibandingkan rasio 80:20. Hal ini dikarenakan partikel serutan pensil yang bersifat higrokopis serta voluminous tidak bisa diikat secara maksimal oleh kadar semen yang terlalu rendah yaitu 75%. Kondisi ini menyebabkan banyaknya rongga-rongga kosong yang tercipta diantara partikel sehingga air yang terkandung didalam papan semen juga semakin tinggi. Setiawati (2000) menjelaskan bahwa kadar air papan semen partikel bambu juga berhubungan dengan sifat dasar bahan bahu yang dipergunakan yaitu sifat higrokopis.

Nilai kadar air terendah diperoleh dari komposisi semen dan partikel 80:20 yaitu sebesar 8,37%. Rendahnya nilai kadar air yang dihasilkan pada perbandingan komposisi ini disebabkan oleh nilai kerapatan papan yang tinggi yaitu 1,13 g/cm³. Menurut Wahyuningsih (2011) semakin tinggi nilai kerapatan suatu papan maka kadar air yang terkandung didalamnya akan semakin rendah. Kerapatan yang tinggi menyebabkan sedikitnya rongga atau ruang untuk air dapat masuk sehingga akan menurunkan nilai kadar air papan tersebut.

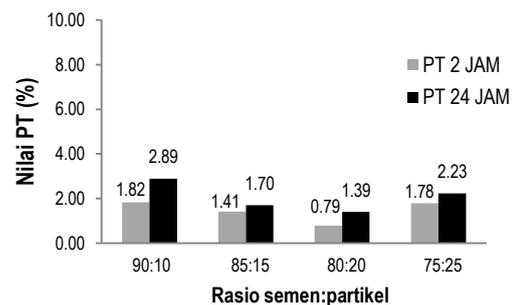
Berdasarkan hasil analisis keragaman terlihat bahwa perbandingan komposisi semen dengan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kadar air papan semen partikel. Berdasarkan standar JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan nilai KA <16%, seluruh nilai KA dari rasio komposisi semen dan partikel baik pada rasio 90:10; 85:15; 80:20 dan 75:25 telah memenuhi standar JIS A 5417-1992.

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal merupakan sifat fisis untuk mengukur kemampuan papan menjaga stabilitas

dimensinya selama perendaman dalam air dingin pada waktu 2 jam dan 24 jam. Pengembangan tebal adalah salah satu parameter dalam menentukan suatu papan untuk keperluan eksterior atau interior. Semakin tinggi nilai pengembangan tebal maka semakin rendah nilai kestabilan dimensinya.

Hasil pengujian pengembangan tebal pada waktu 2 jam berbeda dengan 24 jam. Nilai pengembangan tebal setelah perendaman selama 2 jam berkisar antara 0,79% - 1,82%, sedangkan nilai pengembangan tebal setelah perendaman 24 jam berkisar antara 1,39% - 2,89%. Rekapitulasi rata-rata nilai pengembangan tebal papan semen partikel dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai PT papan semen partikel serutan pensil

Gambar 5 memperlihatkan bahwa semakin tinggi kadar semen yang digunakan semakin tinggi nilai pengembangan tebal yang dihasilkan kecuali pada rasio 75:25 yang memiliki nilai pengembangan tebal lebih tinggi dibandingkan rasio 80:20. Hal ini dikarenakan jumlah partikel yang sangat banyak (voluminous) tidak mampu ditutupi dan diikat secara sempurna oleh kadar semen yang sangat rendah (75%). Hal ini mengakibatkan kepadatan papan semen partikel menjadi lebih berkurang dan penyerapan air menjadi lebih tinggi dibandingkan pada rasio 80:20.

Nilai pengembangan tebal tertinggi pada perendaman 2 jam dan 24 jam terdapat pada rasio komposisi semen dan partikel 90:10 dengan nilai berturut-turut 1,82% dan 2,89%. Tingginya nilai pengembangan tebal pada rasio komposisi 90:10 diduga karena jumlah air yang digunakan tidak seimbang dengan kadar semen yang terlalu tinggi sehingga proses pencampuran semen dan serutan pensil menjadi tidak merata. Hal ini mengakibatkan papan semen pada perbandingan 90:10 mengembang lebih tebal dibandingkan rasio perbandingan lainnya.

Nilai pengembangan tebal terendah pada perendaman 2 jam dan 24 jam terdapat pada rasio semen dan partikel 80:20 dengan nilai berturut-turut 0,79% dan 1,39%. Rendahnya nilai pengembangan tebal tersebut erat kaitannya dengan daya ikat antara partikel dengan semen yang berfungsi sebagai perekat. Ikatan yang kuat antara semen dan partikel pada rasio 80:20 akan menyebabkan kemampuan papan tersebut dalam menyerap air menjadi lebih berkurang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Blankenhorn *et al.* (1991) yang menyatakan bahwa semakin baik ikatan semen dan partikel yang tercipta

maka semakin kecil pengembangan tebalnya. Pasaribu (1987) menambahkan papan yang lebih padat akan menyerap air dari lingkungan lebih sedikit sehingga nilai pengembangan tebal papan semen partikel juga lebih rendah.

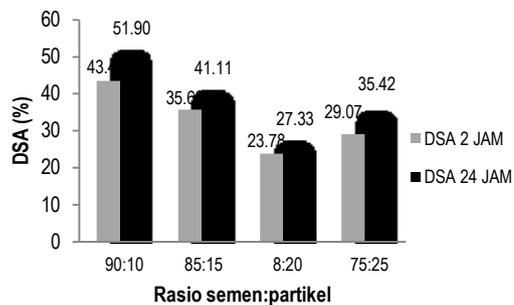
Dewi (2001) menjelaskan bahwa struktur lembaran papan semen juga mempengaruhi nilai pengembangan tebal papan semen yang dihasilkan. Pada rasio 90:10, papan yang dihasilkan memiliki struktur papan yang kurang padat ditandai dengan nilai kerapatan yang rendah yaitu $0,73 \text{ g/cm}^3$. Kondisi ini menyebabkan meningkatkan kemampuan papan dalam menyerap air sehingga nilai pengembangan tebalnya relatif tinggi. Pada rasio 80:20, struktur papan yang padat (kerapatan tinggi) yaitu $1,13 \text{ g/cm}^3$ menyebabkan papan sukar dalam menyerap air. Hal ini terlihat dari nilai pengembangan tebal papan pada rasio semen:partikel 80:20 memiliki nilai PT yang paling kecil.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio semen dengan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan nilai pengembangan tebal papan semen partikel. Namun, berdasarkan standar JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal <8,3%, seluruh nilai PT dari keempat rasio perbandingan telah memenuhi standar.

Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan papan untuk menyerap air dalam jangka waktu tertentu. Pengujian daya serap air dilakukan setelah contoh uji direndam selama 2 jam dan 24 jam dengan sampel yang sama dengan sampel pengembangan tebal. Hasil pengujian daya serap air pada penelitian ini dengan waktu perendaman 2 jam berkisar antara 23,78% - 43,48%, sedangkan pada perendaman 24 jam berkisar antara 27,33% - 51,90%. Nilai daya serap air pada perendaman 24 jam lebih tinggi dibandingkan pada 2 jam. Hal ini disebabkan partikel serutan pensil bersifat higroskopis, sehingga air yang diikat semakin banyak semakin lamanya waktu perendaman dilakukan.

Nilai daya serap air yang diperoleh tergolong cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai daya serap air pada penelitian Armaya (2012) mengenai papan semen partikel bambu hitam pada ukuran partikel 40 mesh yaitu 29,94% dan 33,08%. Hal ini diduga karena ukuran partikel serutan pensil yang digunakan cukup besar. Sibarani (2011) menyatakan bahwa semakin besar ukuran diameter dan panjang serat partikel yang digunakan maka nilai daya serap airnya semakin meningkat. Rekapitulasi rata-rata nilai daya serap air an semen partikel disajikan pada Gambar 7 .



Gambar 7. Grafik nilai daya serap air pada 2 jam dan 24 jam papan semen partikel serutan pensil

Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai daya serap air tertinggi pada perendaman 2 jam dan 24 jam terdapat pada rasio semen dan partikel 90:10 dengan nilai berturut-turut adalah 43,48% dan 51,90%. Besarnya nilai daya serap air yang diperoleh juga dipengaruhi oleh kerapatan papan itu sendiri. Nilai kerapatan yang rendah pada rasio 90:10 yaitu $0,73 \text{ g/cm}^3$ menyebabkan papan semen yang dihasilkan menjadi kurang padat sehingga papan lebih mudah menyerap air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sastradimadja (1988) yang menyatakan bahwa besarnya kerapatan akan mempengaruhi nilai penyerapan air.

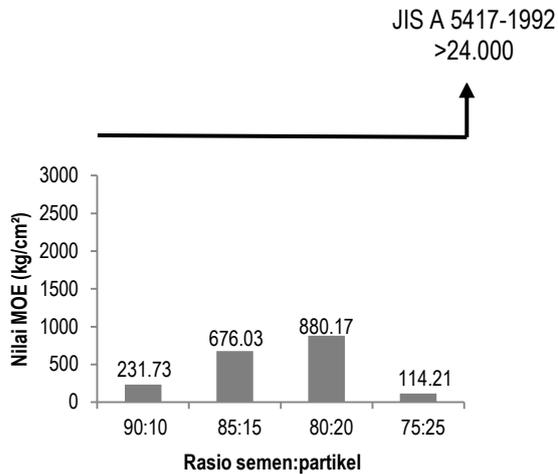
Nilai daya serap air terendah pada perendaman 2 jam dan 24 jam terdapat pada rasio semen dan partikel 80:20 dengan nilai berturut-turut 23,78% dan 27,33%. Nilai kerapatan yang tinggi pada rasio 80:20 yaitu $1,13 \text{ g/cm}^3$ menjadikan papan semen yang dihasilkan sangat kompak sehingga daya serap air juga rendah karena air sukar masuk menembus ikatan semen dan partikel. Selain itu, lapisan semen yang tebal juga mempengaruhi nilai daya serap air papan semen yang dihasilkan. Kumoro (2007) menyatakan bahwa lapisan perekat semen yang tebal membentuk daya adhesi antar perekat semen dengan partikel dan daya kohesi antar partikel semakin kuat, akibatnya air sukar menembus lapisan semen yang tebal dan struktur papan semen partikel yang rapat.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan rasio komposisi semen dengan partikel 90:10 ; 85:15 ; 80:20 serta 75:25 tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai DSA yang dihasilkan (Lampiran 12). Pada standar JIS A 5417-1992 tidak mensyaratkan nilai pengujian DSA.

Sifat Mekanis Papan Sem

MOE

Keteguhan lentur atau *modulus of elasticity* (MOE) merupakan sifat mekanis yang menunjukkan ketahanan papan semen dalam menahan beban sebelum patah (sampai batas proporsi). Semakin tinggi nilai keteguhan lentur, maka semakin elastic papan yang dihasilkan. Sifat ini erat hubungannya dengan kemampuan papan semen untuk dijadikan bahan konstruksi bangunan. Rekapitulasi rata-rata nilai MOE papan semen dari partikel serutan pensil pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik MOE papan semen partikel serutan pensil

Gambar 8 menunjukkan bahwa hasil pengujian MOE yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 114,21 – 880,17 kg/cm². Nilai yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari nilai kekuatan lentur pada penelitian Sulastiningsih (2000) pada papan semen partikel dengan katalis MgCl₂ yaitu 58,56 kg/cm³. Hakim dan Sucipto (2009) pada penelitiannya menjelaskan bahwa tinggi rendahnya nilai MOE terletak pada komposisi semen dan fiber yang digunakan.

Nilai MOE tertinggi diperoleh dari rasio semen dan partikel 80:20 dengan nilai 880,17 kg/cm². Komposisi semen yang semakin tinggi dapat meningkatkan ikatan fiber dan semen (Erakhrumen *et al.*, 2008). Namun pada penelitian ini, penggunaan kadar semen yang semakin tinggi justru menghasilkan nilai MOE yang semakin rendah. Penelitian yang dilakukan Dewi (2003) juga menghasilkan nilai MOE papan semen partikel yang cenderung menurun seiring dengan meningkatnya semen tersubstitusi. Kondisi ini diduga karena nilai kerapatan papan semen partikel pada penelitian ini juga mengalami penurunan seiring dengan kadar semen yang semakin tinggi. Sutigno *et al.* (1997) mengatakan bahwa nilai MOE dipengaruhi oleh kerapatan papan semen yang dihasilkan.

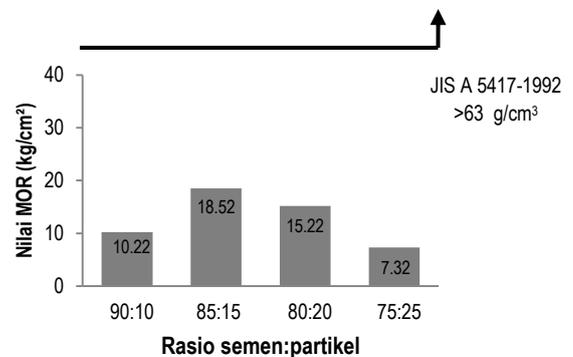
Nilai MOE terendah berdasarkan Gambar 10 diperoleh dari rasio komposisi semen dan partikel (75:25) dengan nilai 114,21 kg/cm². Rendahnya nilai MOE yang dihasilkan diduga karena banyaknya rongga yang tercipta ditandai dengan tingginya KA yang dihasilkan yaitu 12,16%. Rongga tersebut menyebabkan kekuatan papan semen yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan sehingga nilai MOE yang dihasilkan menjadi sangat rendah. Selain itu, rendahnya kadar semen yang digunakan yaitu 75% tidak mampu mengikat secara sempurna partikel serutan pensil yang bersifat voluminous. Hal ini sesuai dengan penelitian Moslemi dan Pfister (1987) yang mengatakan bahwa keberadaan semen yang sedikit akan menyebabkan rendahnya ketahanan lentur papan semen.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio komposisi semen dan partikel dari limbah serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai MOE yang dihasilkan. Berdasarkan standar JIS A 5417-1992, seluruh nilai

MOE papan semen partikel yang dihasilkan pada penelitian ini masih sangat jauh dari standar yang ditetapkan yaitu ≥ 24.000 kg/cm². Rendahnya nilai MOE yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai kerapatan papan semen (0,73-1,13 g/cm³) yang tidak mencapai target kerapatan yaitu 1,2 g/cm³. Hal ini mengakibatkan ikatan partikel serutan pensil dengan kadarsemen yang digunakan menjadi kurang kompak sehingga papan semen yang dihasilkan memiliki kepadatan yang kurang.

Nilai MOR (*Modulus of Rupture*)

Keteguhan patah atau *modulus of repture* (MOR) merupakan sifat mekanis yang menunjukkan kekuatan papan semen dalam menahan beban maksimum per satuan luas hingga papan tersebut patah. Berdasarkan hasil pengujian diketahui nilai rata-rata MOR papan semen pada penelitian ini berkisar antara 7,32-18,52 kg/cm². Rekapitulasi rata-rata nilai MOR papan semen partikel disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik nilai MOR papan semen partikel

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai MOR yang tertinggi terdapat pada rasio komposisi semen dan partikel (85:15) dengan nilai 18,52 kg/cm². Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan papan semen dalam menahan beban maksimum pada rasio ini lebih tinggi dibandingkan rasio lainnya yaitu mencapai 9,86 kg. Oleh karena itu, nilai MOR pada rasio 85:15 adalah yang tertinggi.

Komposisi semen juga mempengaruhi peningkatan nilai MOR papan semen yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar semen yang digunakan maka semakin tinggi nilai MOR yang dihasilkan kecuali pada rasio 90:10 yang memiliki nilai MOE lebih rendah dibandingkan rasio 85:15. Fortuna (2009) menjelaskan bahwa peningkatan kadar semen yang digunakan mengakibatkan nilai MOR yang dihasilkan juga meningkat karena semakin banyak partikel serutan pensil yang dapat diikat oleh semen tersebut. Bakri dan Sanusi (2006) juga menjelaskan bahwa papan semen yang mempunyai proporsi semen lebih banyak akan bersifat lebih kuat, sehingga kemampuan papan dalam menahan beban akan lebih besar.

Penggunaan kadar semen yang terlalu tinggi juga dapat menurunkan nilai MOR papan semen partikel (Dewi, 2001). Hal ini terbukti pada rasio 90:10, nilai MOR yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan

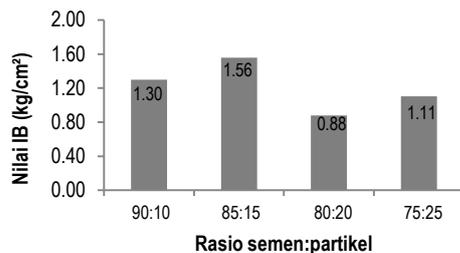
pada rasio 85:15. Kadar semen yang terlalu tinggi menyebabkan papan semen yang dihasilkan memiliki kerapatan yang rendah ($0,73 \text{ g/cm}^3$) sehingga kekuatan papan semen dalam menahan beban juga semakin rendah.

Nilai MOR yang diperoleh dari rasio semen dan partikel (75:25) adalah nilai yang terendah yaitu sebesar $7,32 \text{ kg/cm}^2$. Rendahnya nilai MOR tersebut dipengaruhi oleh rendahnya kadar semen yang digunakan yang menyebabkan kekuatan papan semen menjadi berkurang.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio komposisi semen dan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai MOR papan semen (Lampiran 14). Berdasarkan standar JIS A 5417-1992 yang menetapkan standar nilai MOR $> 63 \text{ kg/cm}^2$, seluruh nilai MOR papan semen yang dihasilkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Internal Bond

Keteguhan rekat internal (*Internal Bond*) merupakan salah satu sifat mekanis dari papan semen yang menunjukkan besarnya nilai daya rekat dan ikatan antar bahan penyusun yang dipadukan dalam pembentukan papan semen partikel. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata nilai IB papan semen pada penelitian ini adalah $0,88 - 1,56 \text{ kg/cm}^2$. Nilai IB yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Dewi (2003) yang berkisar antara $0,14-0,3 \text{ kg/cm}^2$. Namun lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian Armaya (2012) pada papan semen bambu hitam dengan ukuran 40 mesh yaitu $2,58 \text{ kg/cm}^2$. Rekapitulasi nilai IB papan semen dari serutan pensil disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik nilai IB papan semen partikel serutan semen

Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai IB tertinggi terdapat pada papan semen rasio 85:15 dengan nilai $1,56 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan nilai IB terendah diperoleh dari rasio 80:20 dengan nilai $0,88 \text{ kg/cm}^2$. Perbedaan nilai keteguhan rekat internal papan semen pada penelitian ini dipengaruhi oleh perbedaan kandungan zat ekstraktif yang terdapat di dalam partikel serutan pensil. Dewi (2001) menyatakan bahwa semakin rendah kandungan zat ekstraktif maka

semakin tinggi nilai daya ikat semen dan partikel yang dihasilkan. Kumoro (2007) menambahkan bahwa zat ekstraktif yang merupakan zat yang mengganggu proses perekatan semen dan partikel sehingga tercipta ikatan kekuatan yang kurang kompak untuk menahan beban sampai batas proporsi. Pada penelitian ini tidak ada perlakuan khusus terhadap kandungan zat ekstraktif yang ada dalam serutan pensil.

Papan semen yang dihasilkan dari rasio 85:15 adalah papan semen yang memiliki daya ikat paling baik. Hal ini diduga karena kandungan zat ekstraktif partikel serutan pensil pada rasio ini cukup rendah. Komposisi semen dan partikel yang digunakan juga mempengaruhi tinggi rendahnya keteguhan rekat internal papan yang dihasilkan. Pada rasio 90:10, kadar semen yang mencapai 90% dianggap sudah terlalu tinggi sehingga papan semen yang dihasilkan menjadi rengas dan daya rekatnya semakin menurun. Namun, berdasarkan data yang diperoleh nilai IB pada rasio 80:20 lebih kecil dibandingkan nilai IB pada rasio 75:25. Kondisi ini diduga terjadi akibat adanya kesalahan pada saat proses pemberian lem epoksi pada pengujian IB papan semen.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio komposisi semen dan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai internal bond papan semen (Lampiran 15). Pada standar JIS A 5417-1992, nilai keteguhan rekat internal papan semen tidak dipersyaratkan.

Rekapitulasi Sifat Fisis & Mekanis Papan Semen Partikel

Pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen dari serutan pensil dilakukan di laboratorium Teknologi Hasil Hutan, USU. Hasil rekapitulasi sifat fisis dan mekanis papan semen dengan rasio semen dan partikel 90:10; 85:15; 80:20 serta 75:25 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi sifat fisis & mekanis papan semen dari serutan pensil

Komposisi	Krapatan (g/cm^3)	KA (%)	PT (%)		DSA (%)		MOE (kg/cm^2)	MOR (kg/cm^2)	IB (kg/cm^2)	Skor
			2 jam	24 jam	2 jam	24 jam				
90:10	0,73 ¹	10,61 ²	1,82 ^{*1}	2,89 ^{*1}	43,48 ¹	51,90 ¹	231,73 ²	10,22 ²	1,30 ³	14
85:15	0,91 ^{*3}	9,17 ³	1,41 ^{*3}	1,70 ^{*3}	35,69 ²	41,11 ²	676,03 ³	18,52 ⁴	1,56 ⁴	27
80:20	1,13 ^{*4}	8,37 ⁴	0,79 ^{*4}	1,39 ^{*4}	23,78 ⁴	27,33 ⁴	880,17 ⁴	15,22 ³	0,88 ¹	32
75:25	0,86 ^{*2}	12,16 ¹	1,78 ^{*2}	2,23 ^{*2}	29,07 ³	35,42 ³	114,21 ¹	7,32 ¹	1,11 ²	17

Keterangan :

* = memenuhi standar JIS A 5417-1992

Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai sifat fisis dan mekanis papan semen partikel serutan pensil, perlakuan rasio komposisi semen dan partikel terbaik adalah 80:20 dengan skor tertinggi yaitu 32, dilanjutkan dengan rasio 85:15 ; 75:25 serta 90:10. Skor tersebut diperoleh dari penjumlahan nilai setiap parameter pengukuran mulai dari urutan terkecil hingga terbesar. Papan pada rasio 80:20 menghasilkan nilai kerapatan, KA, pengembangan tebal, daya serap air serta MOE

yang paling baik. Meskipun pada nilai MOR dan IB perlakuan rasio 85:15 adalah perlakuan terbaik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen partikel tidak seluruhnya memenuhi standar JIS A 5417-1992. Sifat fisis papan semen partikel yang memenuhi standar JIS A 5417-1992 adalah kerapatan (kecuali rasio 90:10), kadar air serta pengembangan tebal 2 jam maupun 24 jam. Sedangkan pada sifat mekanis papan semen partikel tidak ada yang memenuhi standar JIS A 5417-1992.
2. Perlakuan rasio komposisi semen dan partikel yang paling baik adalah rasio 80:20.
3. Rasio komposisi semen dan partikel serutan pensil tidak memberikan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap kualitas papan semen partikel yang dihasilkan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan berbagai macam perlakuan seperti perlakuan perendaman terhadap partikel bahan baku dalam meningkatkan kekuatan mekanis papan semen partikel serutan pensil.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Z. R. 2012. Karakteristik Papan Semen dari Limbah Kertas Kardus dengan Penambahan Katalis Kalsium Klorida. Skripsi. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Armaya, R. 2012. *Karakteristik Fisis dan Mekanis Papan Semen Bambu Hitam (Gigantochloa Atrovioleacea Widjaja) dengan Dua Ukuran Partikel*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Bakri dan D. Sanusi. 2006. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kayu Semen-Serbuk Gergaji. *Jurnal Perennial*. Vol. II. No. 1.
- Dewi, S. 2001. Sifat Fisis-Mekanis Papan Semen Partikel Bambu Ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad) : Pengaruh Macam Larutan Perendaman dan Kadar Semen. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dewi, D.K. 2003. Inovasi Dalam Pembuatan Papan Semen Partikel. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Faber Castell. 2005. Sejarah Faber Castell. <http://www.faber-castell.co.id/55881/Faber-Castell/Sejarah-Faber-Castell-di-Indonesia/default.aspx>. [19 November 2014]
- Fortuna, R. 2009. Kualitas Papan Semen dari Sekam Padi (*Oryza sativa* Linn). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Frybort, S., Mauritz, R., Teischinger, A and U. Muller. 2008. Cement Bonded Composites – A Mechanical Review. *NSCU.ed/Bioresourshes*, 3(250.000),602-626.
- Hacmi, M. H. and A. G. Campbell. 1988. Wood-Cement Chemical Relationship. *Proceeding 1st International Conference on Fiber and Particleboard Bonded with Inorganic Binders*. Idaho.
- Hakim, L. dan T. Sucipto. 2011. *The Influence of Cement-to-Fiber Ratio and Type of Chemical Additives on Strength Properties of Fiber-Cement Board made from Corrugate Paper Waste*. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*. Vol II. No.1.
- Hendrik. 2005. Pembuatan Papan Semen Gypsum dari Kayu *Acacia mangium* Willd. Skripsi. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- [JIS] Japanese Industrial Standard. 1993. Cement Board. JIS A 5414. Japanese Standard Association. Japan.
- Kamil, N. 1970. Prospek pendirian industri papan wol kayu di Indonesia. Pengumuman No. 95. Lembaga – lembaga Penelitian Kehutanan, Bogor.
- Kumoro, C. 2007. Pengaruh Suhu Perendaman dan Jumlah Perekat Semen terhadap Sifat Papan Semen Partikel Serutan Bambu Petung (*Dendrocalamus sp*). Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Moslemi. A.A., Garcia, J.F. and Hofstrand, A.D. 1983. Effect of Various Treatments and Additives on Wood and Fiber Science, 15 : 164-176.
- Moslemi, A.A. and S.C. Pfister. 1987. *The Influence of Cement/Wood Ratio and Cement Type on Bending Strength and Dimensional Stability of Wood-Cement Composite Panels*. *Wood and Fiber Science* 19:165-175.
- Mujtahid, 2010. *Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Semen-CaCl₂-Aren dengan Variasi Ukuran Serat Aren*. *Prosiding Seminar Nasional*

- Papadopoulus, A.N. 2008. *Natural Durability and Performance of Hornbeam Cement Bonded Particleboard*. *Maderas. Ciencia y Tecnologia* 10(2): pp 93-98. *Universidad del Bio-Bio, Concepcion, Chile*.
- Prayitno, T. A. 1995. *Teknologi Papan Majemuk*. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sastradimadja, E. 1998. Papan Majemuk Seri Papan Semen. Seksi Teknologi Kayu Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Setiawati, R. 2000. Pengaruh Perendaman Partikel, Macam Katalis, dan Kadar katalis terhadap Sifat Papan Semen Partikel Bambu Betung (*Dendrocalamus asper* Backer). Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Sukartana, P., R. Rushelia and I.M. Sulastiningsih. 2000. *Resistance of Wood-and Bamboo-Cement Boards to Subterranean Termite *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)*. *Wood-Cement Composites in The Asia-Pacific Region*. ACIAR Proceedings No. 107: 62-65, Canberra.
- Sulastiningsih, I.M, N. Hadjib, S. Murdjoko, S. Kawai. 2000. *The Effect of Bamboo : Cement Ratio and Magnesium Chloride (MgCl₂) Content on the Properties of Bamboo-Cement Boards*. Proceeding of Workshop Wood-Cement Composites in the Asia-Pacific Region. Editor : PD Evans. Canberra, Australia, 10 Desember 2000.
- Sutigno, P., S. Kliwon dan S. Karnasudirdja. 1977. Sifat Papan Semen 5 (Lima) Jenis Kayu. Laporan LPHH No.96. Bogor.
- Wahyuningsih, N. S. 2011. Pengaruh Perendaman dan Geometri Partikel terhadap Kualitas Papan Partikel Sekam Padi. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.