ANALISIS KELAYAKAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT GIPSUM BERPENGUAT SERAT ALAM SISAL SUMBAWA SEBAGAI PAPAN PLAFON

¹Asywendy Rukini*, ²Muhammad Arthur Indra Wijaya

Prorgam Studi Teknik Metalurgi Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa

*Corresponding Author email: asywendy@gmail.com

Abstrak

Diterima
Bulan September
2019

Diterbitkan
Bulan Oktober
2019

Keyword :
Komposit, serat
sisal, gipsum,
sifat fisik, sifat
mekanik

Plafon komposit gipsum berpenguat serat sisal merupakan alternatif ramah lingkungan yang potensial menggantikan gipsum komersial tanpa serat atau gipsum berpenguat serat sintesis. Pada penelitian ini diproduksi plafon komposit gipsum berpenguat serat sisal Sumbawa dengan komposisi faksi volume gipsum 65%, semen 29% dan serat sisal 6%. Arah serat divariasikan dengan empat kondisi yaitu serat *continuous* (SC) serat *woven* (SW), serat *discontinuous* (SDC) dan serat *hybrid* (SH). Sebagai pembanding digunakan papan gipsum tanpa serat dengan komposisi fraksi volume gipsum 65% dan semen 35%. Kemudian dilakukan pengujian fisik (uji densitas dan daya serap air) dan pengujian mekanik kekuatan patah (*modulus of rupture/ MOR*) dan kekuatan lentur (*modulus of elasticity/ MOE*). Hasil pengujian fisik menunjukkan peningkatan densitas papan plafon gipsum dari 1.17 g/cm³ menjadi ± 1.71 g/cm³ setelah diperkuat serat dan daya serap air $\pm 42.76\%$ untuk semua papan berserat. Untuk sifat mekanik nilai MOR dan MOE tertinggi dihasilkan oleh specimen dengan arah serat *continuous* searah (SC) sebesar 10.58 MPa dan 3890.6 MPa. Dan yang terendah dimiliki specimen dengan arah serat *discontinuous* acak (SDC) sebesar 5.05 MPa dan 1530.2 MPa. Namun begitu, nilai kekuatan patah dan lentur specimen SDC masih lebih tinggi dibandingkan papan gipsum komersial tanpa serat. Analisa kelayakan dilakukan dengan membandingkan hasil sifat fisik dan mekanik terhadap standar JIS A 5417-1992 dan ISO 8336-2017.

PENDAHULUAN

Sumbawa memiliki potensi sebagai wilayah pengembang tanaman sisal. Terletak di Negara dengan iklim tropis, Sumbawa memiliki rata-rata 8 bulan musim kering pertahunnya dengan intensitas penyinaran cahaya matahari rata-rata sebesar 4,51 watt/m²/h (Laporan Tahunan, 2010). Kondisi tersebut menjadikan Sumbawa cocok sebagai daerah perkebunan tanaman perdu seperti sisal. Saat ini sedang dikembangkan perkebunan sisal seluas 5000 hektar di kawasan Kecamatan Poto Tano Kabupaten Sumbawa Barat (Febrianti, 2018). Dari perkebunan tersebut dihasilkan serat alam yang dapat diaplikasikan sebagai bahan baku karpet, tali kapal dan sebagainya.

Komposit berpenguat serat alam mulai diminati seiring diaplikasikannya konsep produk yang *renewable* dan *sustainable*. Dalam berbagai penelitian ditemukan bahwa serat sisal berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai *reinforce* atau penguat material komposit menggantikan serat sintetis (Saxena, 2011). Serat sisal dapat dikompositkan dengan berbagai matriks polimer (*thermoset*, *thermoplast* dan *rubber*) dan juga matriks *ceramics* seperti gipsum dan semen.

Untuk itu, pada penelitian ini penulis mencoba mengembangkan produk komposit plafon berbahan dasar gipsum dengan penguat serat sisal Sumbawa dengan harapan terciptanya produk plafon

yang ramah lingkungan dan memiliki ketersediaan di alam yang melimpah serta murah. Jika dibandingkan, harga serat sisal jauh lebih terjangkau dibandingkan dengan harga serat-serat sintesis. Menindaklanjuti hal tersebut, perlu dilakukan analisis kelayakan produk komposit gipsum berpenguat serat sisal yang nantinya diharapkan dapat diaplikasikan sebagai plafon.

LANDASAN TEORI

Plafon gipsum berpenguat serat sisal pada dasarnya merupakan material jenis komposit bermatriks *ceramics*. Gipsum merupakan mineral non-logam dengan kalsium sebagai elemen utamanya, dimana jenis yang sering ditemukan adalah hidrat kalsium sulfat (CaSO₄.2H₂O). Sejak zaman dahulu, gipsum dapat digunakan sebagai bahan pengisi dalam pencetakan gigi di bidang kedokteran (Noerdin, 2013). Untuk itu gipsum aman digunakan dan tidak membahayakan kesehatan manusia.

Papan gipsum umumnya dimanfaatkan sebagai bahan pelapis interior pada plafon dan dinding pembatas dikarenakan karakteristiknya yang ringan dan memiliki estetika yang rapi. Penggunaannya masih bersaing dengan papan berbahan dasar triplek kayu. Namun dengan sifat tahan api, tahan terhadap serangan organisme, tahan terhadap cuaca dan kelembaban, gipsum tentunya mampu mengatasi berbagai kekurangan dari triplek.

Plafon gipsium sering ditemukan sebagai komposit yang diperkuat dengan *filler* polimer sintesis. Namun, kehadiran serat alam yang lebih terjangkau, *biodegradable*, memiliki sumber yang dapat terus diperbarui, dan berbagai keunggulan sifat fisik-mekanik menjadikan serat sebagai *filler* yang potensial pada plafon gipsium.

Serat sisal merupakan serat alam yang diekstrak dari tanaman sisal (*Agave sisalana*). Tanaman sisal dapat tumbuh baik di daerah tropis tanpa banyak perawatan khusus. Rata-rata satu tanaman sisal dapat menghasilkan 200-250 daun yang mengandung sekitar 4% serat, 0.75% kutikula, 8% komponen kering, dan 87.25% air (Murherjee dan Satyanarayana, 1984). Dari sejumlah 4% serat tersebut terkandung lignin 8%, selulosa 78%, hemiselulosa 19% dan kadar air sekitar 10-22% (Suryanto et.al., 2014). Adapun karakteristik fisik dari serat sisal dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisik serat sisal (Suryanto e.al, 2014)

Properti	Nilai
Densitas (g/cm ³)	1.45
Modulus Young (E) (GPa)	9.4-22
Tensile Strength (MPa)	530-630
Specific Strength (kN.m/kg)	382

Pada aplikasinya, papan gipsium biasanya dicampur dengan semen untuk mendapatkan sifat tahan api dan tahan kelembaban. Pada papan gipsium, biasanya ditambahkan semen Portland sebagai pengikat. Semen Portland merupakan produk komersial dengan komponen penyusun utama adalah CaO (60-80%) dan SiO₂ (19-24%) yang kemudian membentuk kalsium silikat (xCaO-SiO₂) (Moslemi, 1994). Komponen kalsium silikat tersebut akan mengeras bila bersenyawa dengan air. Kadar semen dalam campuran komposit pada dasarnya mempengaruhi tingkat kekakuan komposit plafon. Semakin tinggi komponen fraksi semen maka tingkat kekakuan papan komposit akan meningkat (Maail, 2006).

METODE PENELITIAN

Pembuatan Komposit Plafon Gipsium

Spesimen plafon komposit gipsium dibuat dengan metode *hand lay-up* menggunakan cetakan berukuran 15cm x 10cm x 2cm. Komposisi fraksi komposit terdiri dari campuran 65% gipsium, 29% semen, dan 6% serat sisal. Serat sisal disuplai dari perkebunan sisal daerah Sengkokang, Sumbawa Barat. Arah dan ukuran serat divariasikan dengan 4 kondisi; *continuous* dengan nama specimen SC; anyaman atau *woven* dengan kode specimen SW; *discontinuous* (ukuran potongan serat 2cm) dengan kode specimen SDC; dan *hybrid* (campuran serat *continuous* dan *discontinuous*) dengan kode specimen SH. Sebagai pembanding, digunakan papan plafon gipsium komersial tanpa serat dimana

komposisi fraksinya adalah 65% gipsium dan 35% semen. Untuk fraksi semen, digunakan semen Portland Pozzolan Cement (PPC). Setelah komposit plafon disusun dalam cetakan, specimen dibiarkan mengering selama 24 jam pada temperatur ruang sebelum dikeluarkan dari cetakan.

Karakterisasi

Untuk uji kelayakan produk komposit plafon dilakukan uji sifat fisik berupa pengujian densitas dan daya serap air. Sedangkan untuk sifat mekanik dilakukan pengujian fleksural atau *bending*. Pengujian dilakukan dengan penyesuaian standar JIS A5417-1992 dan ISO 8336-2017.

Pengujian Densitas

Pengukuran densitas komposit plafon diawali dengan mengukur dimensi specimen dan diikuti dengan menimbang massanya. Setelah itu densitas dihitung menggunakan persamaan 1, dimana ρ adalah densitas (g/cm³), m adalah massa (gr) dan v adalah volume (cm³)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Pengujian Daya Serap Air

Untuk menguji kemampuan serap air, specimen ditimbang beberapa kali untuk mendapatkan massa konstan (M_k). Setelah itu direndam selama 24 jam dan ditimbang kembali untuk mendapatkan massa basah (M_b). Berdasarkan data penimbangan, nilai daya serap air dihitung menggunakan persamaan 2 dimana DSA adalah daya serap air (%), M_b adalah massa basah (gr) dan M_k adalah massa kering (gr).

$$DSA = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (2)$$

Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine Control Advantest 9*. Pada pengujian ini dilakukan uji fleksural atau tekan dengan skema pengujian seperti yang terlihat pada Gambar 1. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE). MOR merupakan ukuran tegangan lengkung akhir dari suatu material sebelum patah. Untuk menghitung nilai MOR dari pengujian, digunakan persamaan 3 dimana F_R adalah nilai MOR (N/m²), P_R adalah beban patah (N), S adalah jarak penyangga (cm), L dan T adalah panjang dan lebar benda uji (cm). Sedangkan MOE didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menahan deformasi di bawah beban plastis. Nilai MOE dari pengujian didapatkan dengan perhitungan persamaan 4, dimana F_E adalah nilai MOE (N/m²), P_E adalah beban elastis (N) dan Y adalah titik pusat kelengkungan (cm)

$$F_R = \frac{3P_R S}{2LT^2} \quad (3)$$

Gambar 1. Skema pengujian fleksural atau *bending* (sumber: Saudi Journal, 2014)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Standar Kelayakan

Tabel 2 menampilkan nilai minimal maupun range nilai kelayakan dari beberapa sifat papan plafon menurut standar ISO 8336-2017 dan JIS A 5417-1992. Nilai tersebut menjadi referensi acuan dalam menganalisis kelayakan komposit plafon gipsium berpenguat serat. Namun perlu digarisbawahi bahwa kedua standar tersebut merupakan standar acuan untuk menentukan kualitas produk dan standar pengujian untuk jenis papan yang komposisi utamanya adalah semen berpenguat partikel serat. Sedangkan produk pada penelitian ini, gipsium merupakan komponen yang utama. Oleh karena itu, sifat dominan yang muncul baik fisik maupun mekaniknya sangat dipengaruhi oleh properti dasar dari gipsium, bukan semen.

Tabel 2. Standar acuan mutu papan plafon

Sifat Fisik dan Mekanik	JIS A 5417-1992	ISO 8336-2017
Densitas (gr/cm ³)	(tidak dipersyaratkan)	(tidak dipersyaratkan)
Daya serap air (%)	Maks. 8.3	(tidak ada syarat spesifik)
Modulus of Rupture (MPa)	Min. 6.3	4-24
Modulus of Elasticity (MPa)	Min. 2400	(tidak dipersyaratkan)

Penampakan Visual

Produk komposit papan gipsium berpenguat serat sisal Sumbawa terlihat pada Gambar 2. Seperti tipikal produk papan gipsium umumnya, papan komposit ini memiliki penampilan permukaan halus dan berwarna cerah sebagaimana warna serbuk gipsium. Secara estetika, penampilan produk dapat dikatakan layak untuk digunakan sebagai material plafon.

Hasil Uji Densitas dan Daya Serap Air

Tabel 3 menampilkan hasil uji sifat fisik berupa pengujian densitas dan daya serap air dari papan gipsium komersil non-serat dan papan komposit berserat. Densitas papan gipsium komersil non-serat sebesar 1.17 gr/cm³ meningkat sekitar 54% (menjadi ±1.71 gr/cm³) setelah dikompositkan dengan serat. Nilai densitas komposit masih tergolong relatif ringan untuk dimanfaatkan sebagai bahan plafon. Sedangkan daya serap gipsium komersil menurun dari 49.26% menjadi sekitar ±42,76% ketika dikompositkan dengan serat. Hasil uji dua sifat fisik tersebut menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Kenaikan nilai densitas menyebabkan daya serap dari papan gipsium menurun. Dengan meningkatnya densitas, kepadatan partikel atau fraksi dari material menjadi lebih padat dengan volume yang sama, sehingga kemampuan menyerap likuid menjadi berkurang.

Jika dibandingkan dengan standar JIS A 5417-1992, daya serap air papan komposit gipsium terlalu tinggi dan tidak memenuhi syarat. Kondisi kemampuan daya serap yang terlalu tinggi pada aplikasi plafon tidak diinginkan karena akan merubah dimensi papan plafon secara signifikan. Sedangkan salah satu keunggulan dari papan plafon gipsium dibandingkan dengan papan kayu adalah kestabilan dimensinya. Adapun faktor yang mempengaruhi tingginya daya serap produk adalah fraksi gipsium pada papan komposit yang mendominasi. Semakin tinggi proporsi gipsium dalam komponen, maka daya serap air semakin tinggi (Maaail, 2006). Hal ini dikarenakan gipsium memiliki sifat absorben yang lebih kuat dari semen. Kandungan molekul hemihidrat ($\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) dalam gipsium sangat mudah mengikat molekul air.

Gambar 2. Produk komposit papan gipsium berpenguat serat sisal Sumbawa

Tabel 3. Perbandingan nilai densitas dan daya serap air pada setiap jenis spesimen

Spesimen	Densitas (gr/cm ³)	Daya serap air (%)
Non-serat	1.17	49.26
SC	1.71	42.77
SW	1.73	42.53
SDC	1.69	42.97
SH	1.70	42.80

Hasil Uji MOR dan MOE

Perbandingan nilai MOR dan MOE masing-masing spesimen dapat dilihat pada tabel 4. Dapat dilihat bahwa kekuatan mekanik papan plafon meningkat baik kekuatan patah (MOR) dan lenturnya (MOE) setelah diperkuat oleh serat sisal Sumbawa. Range nilai MOR pada spesimen komposit berpenguat serat memiliki range 5.05 MPa- 10.58 MPa. Kekuatan patah tertinggi dihasilkan oleh specimen dengan arah serat *continuous* searah (SC) sebesar 10.58 MPa. Dan yang terendah dimiliki spesimen dengan arah serat *discontinuous* acak (SDC). Namun begitu, nilai kekuatan patah spesimen SDC masih lebih tinggi dibandingkan papan gipsium komersil tanpa serat. Jika dilihat dari sudut pandang standar JIS A 5417-1992, maka spesimen plafon komersil dan papan gipsium berpenguat serat SDC tidak memenuhi standar minimum kekuatan patah. Namun begitu, menurut standar ISO 8336-2017 semua jenis specimen plafon gipsium sudah memenuhi standar.

Begitu pula dengan kecenderungan nilai lenturnya (MOE) yang menunjukkan peningkatan setelah diberikan penguat serat. Masih dengan kecenderungan yang sama, gipsium berpenguat serat SC memiliki nilai MOE tertinggi dengan kekuatan lentur sebesar 3890.6 MPa. Sedangkan yang terendah juga dihasilkan oleh specimen SDC sebesar 1530.2 MPa, dimana nilai tersebut juga tidak memenuhi standar kelayakan JIS A 5417-1992 yang mensyaratkan minimum MOE sebesar 2400 MPa. Begitu pula dengan gipsium tanpa serat yang memiliki kekuatan lentur lebih rendah dari SDC.

Tabel 4. Perbandingan MOR dan MOE pada setiap jenis spesimen

Spesimen	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Non-serat	4.90	1414.6
SC	10.58	3890.6
SW	7.77	3677.0
SDC	5.05	1530.2
SH	7.10	2958.3

Dari hasil pengujian mekanik, didapatkan pandangan secara umum bahwa papan gipsium berpenguat serat dengan variasi arah serat SC, SW dan SH memenuhi standar kelayakan mekanik. Sedangkan papan gipsium komersil dan SDC hanya

memenuhi standar kelayakan ISO 8336-2017, namun tidak lolos standar layak JIS A 5417-1992.

PENUTUP**Kesimpulan**

Produk komposit gipsium berpenguat serat sisal Sumbawa dengan arah serat *continuous* (SC), serat *woven* (SW) dan serat *hybrid* (SH) menunjukkan kelayakan sifat mekanik baik kekuatan lentur maupun kekuatan patahnya. Hanya papan gipsium berpenguat serat acak atau *discontinuous* (SDC) yang tidak memenuhi syarat minimum kekuatan mekanik. Gipsium berpenguat serat dengan arah *continuous* merupakan serat dengan nilai mekanik tertinggi dimana dan papan gipsium komersial memiliki kekuatan mekanik paling rendah. Untuk sifat fisik, seluruh specimen memiliki densitas yang relatif ringan (di bawah 2 gr/cm³) namun tidak memenuhi standar kelayakan daya serap maksimum. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap fraksi komposisi untuk mendapatkan sifat fisik yang layak memenuhi minimum syarat dari standar.

REFERENSI

- Febrianti, Ayu. (2018) Analisis Finansial Tanaman Sisal di Kabupaten Sumbawa Barat: Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Laporan Tahunan. (2010). Laporan Tahunan Bidang Energi: Dinas Pertambangan dan Energi: Nusa Tenggara Barat.
- Noerdin, A. (2003). Penggunaan Tepung Tapioka Sebagai Perekat Cetakan Gigi Alginate: Jakarta.
- Saxena, Mohini et.al. (2011). *Sisal Fiber-Based Polymer Composites and Their Application. Cellulose Fibers: Bio and Nano-polymers*. Springer.
- Murherjee, P.S. dan Satyanarayana, K.G. (1984). *Structure and Properties of Some Vegetables Fibres*, part 1. Sisal Fibre. Journal of Materials Science No.19 pg. 3925-3934
- International Standard (2017). ISO 8336-2017 (E). *Fibre- cement flat sheets- Product specification and test methods: ISO Switzerland, 3rd Edition*.
- Japanese Standards Association (JSA). (1992). JIS A 5417-1992: Cement bonded particle boards. JSA Japan.
- Moslemi, A. (1994) *Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite: Technologies and Application Second Pacific Rim Bio Based Composite*. Vancouver symposium: Canada
- Internet**
- Saudi Journal. 2014. Three point bending test. <http://www.saudijos.org>. Diunduh pada 30 Juli 2019 14:17