

Utilization Of Fiber And Shell Particles Palm Oil As Substitute Materials In Producing Eternite Ceiling

Dwi Kurniawan S.¹⁾, Tarkono²⁾, dan Harnowo Supriadi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Email : dwikurniawan807@gmail.com

Abstract

Assessment of science and technology in the field of materials engineering and the development of environmental issues require new breakthroughs in the provision of high quality materials and environmentally friendly. Nonmetallic materials Composite especially natural fibers that are more lightweight, malleable, corrosion resistance, low price and easy to obtain. research purposes to determine the mechanical properties of composite fiber and palm shell particles by measuring tensile strength, hardness and bending.

In this study, the materials used are such as cement, fiber and oil palm's shell, and using tools such as mold, ruler, sieve, balance sheets, and others. Composite fibers arranged randomly on the variation of particle mass fraction of 40% coconut oil, 35% of particles and 5% palm fiber, 30% particles and 10% fiber and 25% palm oil and 15% of particles of oil palm fiber. Pull Testing was conducted with reference to DIN 50 125, flexure testing with standard DIN 1101. Both tensile testing and flexural testing were conducted to determine the mechanical properties of the composite. The highest value of flexure test result is in the composite content of 25% particles and 15% fiber particles is equal to 2:44 N/mm² and the lowest value of bending test result is the composite content of particles 40% of palm oil is equal to 1365 N/mm². While for the tensile test results, the highest value is in the composite content of 30% and 10% of particles of oil palm fiber at 0.479 N/mm², and for the lowest drag value is on the particle content of 35% composite and 5% palm fiber at 0.15 N/mm². As for the highest value in hardness test is in the composite content of 30% and 10% of particles Fiber HRH palm of 36.5, and the lowest value is 26.5% HRH the composite contains of 35% particle and 5% palm fiber.

Keywords: Composite, fiber and palm shell particles, mechanical strength, tensile test, hardness test and bending test

LATAR BELAKANG

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq) merupakan salah satu jenis tanaman palma penghasil minyak nabati yang dapat dimakan. Kelapa sawit pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh pemerintah kolonial belanda pada tahun 1848. Saat itu ada empat bibit kelapa sawit yang di bawa dari Mauritius dan Amsterdam yang awalnya ditanam di Kebun Raya Bogor. Ketika itu tanaman kelapa sawit hanya dikenal sebagai tanaman hias, dan lima tahun kemudian

tanaman tersebut dapat berbuah dan menghasilkan minyak. Maka pada tahun 1911 tanaman ini dikembangkan di berbagai daerah seperti di Sumatra Utara dan Aceh.

Limbah padat yang berasal dari proses pengolahan berupa cangkang atau tempurung, serabut atau serat, dan bungkil Limbah padat yang berasal dari pengolahan limbah cair berupa lumpur aktif yang terbawa oleh hasil pengolahan air limbah (Rohmadi, 2006).

Sekitar tahun 80-an bahan asbes biasanya sangat akrab digunakan sebagai penutup atap dan plafon rumah. Selain harga dan pemasangannya mudah karena asbes memiliki

bobot yang ringan. Asbes dapat digolongkan menjadi dua bagian. Pertama golongan serpentine (krisotil yang merupakan hidroksida magnesium silikat) dan golongan kedua amphibole dari mineral-mineral pembentuk batuan, termasuk : actinolite, amosite (asbes coklat, cummingtonite, grunerite), anthophyllite, chrysotile (asbes putih), crocidolite (asbes biru) dan tremolit. Asbes memiliki sifat tahan asam, relatif sukar larut, daya regang tinggi, serat asbes bersifat tahan panas dapat mencapai 800 °C, fleksibel, tidak menguap, mampu meredam suara, tidak mudah dihancurkan di alam yang biasa digunakan untuk mobil, kompor, atap rumah, plafon, pelapis dan kabel listrik panas, kedap suara dan kedap air, asbes sering juga digunakan pada isolating pipa pemanas dan juga untuk panel akustik (Abraham JL, 1994; WHO, 1995)

Serat-serat asbes mudah sekali terlepas dari ikatannya dan membentuk serat-serat mikroskopis jika terhisap, asbes mengandung debu yang dapat dihirup oleh manusia dan debu-debu asbes ini merupakan partikel yang beterbangan di udara dan debu asbes ini dengan ukuran diameter kurang dari 3 µm dengan panjang 3 kali diameter akan dapat mudah terhirup. Debu asbes akan merusak DNA dari sel lubang paru (*mesothelium*) serat asbes mengendap atau menusuk sel paru-paru tidak bisa diurai dan dikeluarkan lagi oleh tubuh akibatnya kontrol pertumbuhan sel terganggu sehingga menyebabkan penebalan atau pembengkakan *pleura* (selaput yang melapisi paru-paru) dan dikenal dengan penyakit *Asbestosis* (Roggli VL, 1994).

Bahan asbes ini di beberapa negara sudah dilarang penggunaannya seperti di China, Amerika Serikat, Columbia dan negara-negara maju lainnya. Hal ini disebabkan karena bahan ini dapat menyebabkan resiko penyakit kanker bagi para pekerja dan pemakainya (Jacko, 2003).

Penelitian tentang pembuatan plafon eternite menggunakan bahan tambahan berupa serat dan partikel tempurung kelapa sawit memiliki kelebihan dan kekurangan. Kekurangan dari bahan ini seperti rentannya terhadap resiko api, kelebihan dari bahan ini adalah seperti sistem pengerjaan yang cukup mudah, merupakan bahan konstruksi yang cukup kuat, merupakan isolasi panas yang

cukup baik, mudah di lapisi (cat, kertas dekor, dan sebagainya), memiliki kestabilan dimensi yang cukup baik. (Dumanauw, J.F., 1993).

TINJAUAN PUSTAKA

Makin meningkatnya kebutuhan perumahan saat ini menyebabkan kebutuhan akan bahan bangunan semakin meningkat pula. Seperti kita ketahui bersama, bahan yang digunakan untuk bangunan terdiri dari bahan-bahan atap, dinding dan lantai. Saat ini bahan-bahan bangunan yang terbuat dari semen seperti genteng beton, *conblock* dan *paving block* sudah banyak digunakan oleh masyarakat luas. Saat ini yang menjadi permasalahan adalah bagaimana kita dapat membuat bahan-bahan tersebut dengan harga yang tergolong relatif tanpa mengurangi mutunya. Untuk menjawab permasalahan tersebut di atas, maka Puslitbang Permukiman sejak tahun 1972 telah meneliti dan mengembangkan pemanfaatan bahan limbah untuk bahan bangunan dengan tujuan menunjang pengadaan bahan bangunan, menunjang program pemerintah dalam usaha memenuhi kebutuhan komponen bahan bangunan, kemungkinan berdirinya usaha kecil yang memproduksi komponen bangunan, memberikan nilai tambah bagi pengelola limbah, ikut mengatasi problem industri dan terciptanya lapangan kerja baru (Husin, 2002).

Eternit merupakan produk bahan bangunan dibuat dari campuran semen dengan tepung batu gamping atau asbes yang digunakan sebagai langit-langit rumah. Contoh produk plafon penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Produk plafon penelitian

Eternit dikenal juga dengan sebutan *plasterboard*. Eternit dapat dicetak sesuai dengan motif yang dibuat, sehingga akan tampak lebih menarik. Sebagai langit-langit rumah selain eternit/asbes, juga digunakan gypsum dan triplek. Dibandingkan dengan gypsum dan triplek, harga eternit/asbes jauh lebih murah sehingga banyak digunakan terutama untuk perumahan sederhana, sedangkan gypsum dan triplek lebih banyak digunakan pada perumahan mewah.

Proses pembuatan eternit relatif mudah untuk dilakukan dan tidak memerlukan persyaratan khusus lokasi. Tenaga kerja yang dibutuhkanpun tidak memerlukan spesifikasi/keahlian khusus. Karena itu usaha pembuatan eternit hampir merata dapat dilakukan di seluruh wilayah Indonesia yang memiliki sumber bahan baku batu gamping/asbes.

Komposit merupakan bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan terpisah yang digabungkan secara makroskopis (Gibson, 1994). Termasuk dalam kelompok ini bahan yang diberi lapisan, bahan yang diperkuat dan kombinasi bahan lain yang memanfaatkan sifat khusus dari beberapa bahan yang ada. Material komposit merupakan gabungan dari bahan penguat dan bahan pengikat atau matriks (Vlack, 1994).

Secara umum definisi daripada komposit adalah bahan yang terbuat dari bagian-bagian atau material yang berbeda. Komposit terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai bahan pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan utama membentuk matrik dimana bahan penguat ditanamkan di dalamnya. Bahan penguat dapat berbentuk serat, partikel, serpihan atau juga dapat berbentuk yang lain (Gurdal, 1999).

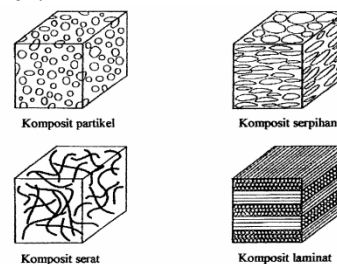
Pada umumnya sifat-sifat komposit ditentukan oleh beberapa faktor (Groover, 1996) antara lain :

1. Jenis bahan-bahan penyusun.
2. Bentuk geometris dan struktur bahan-bahan penyusun.
3. Rasio perbandingan bahan-bahan penyusun.
4. Daya lekat antara bahan-bahan penyusun.
5. Orientasi bahan penguat.
6. Proses pembuatan.

Dari bentuk jadinya, komposit dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian (Gürdal, 1999), lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2, yaitu :

1. Komposit Partikel

Komposit ini dibentuk oleh partikel-partikel kecil/serbuk sebagai penguat yang letaknya tidak beraturan di dalam sebuah matriks. Komposit partikel yang paling sering digunakan adalah beton, dimana kerikil sebagai penguat dicampur dengan semen.



Gambar 2. Jenis-jenis komposit

2. Komposit Serpihan (*Flake Composites*)

Sesuai dengan namanya, komposit ini dibuat dengan cara mencampurkan flakes atau serpihan-serpihan tipis ke dalam bahan matriksnya. Walaupun biasanya letak serpihan tersebut secara acak, namun penyebaran serpihan/flakes di dalam matriks dapat juga dibuat secara beraturan satu sama lainnya. Contoh serpihan yang sering digunakan adalah mika, logam, dan karbon.

3. Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/fiber. Serat yang digunakan bisa berupa glass fibres, carbon fibres, aramid fibres (*poly aramide*), dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Ketika komposit mengalami beban berlebihan, bahan matriks yang mengikat serat berfungsi sebagai agen yang mendistribusikan kembali beban dari serat yang patah ke serat selanjutnya.

4. Komposit Laminat

Merupakan jenis komposit yang terdiri

dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sendiri. Pada komposit laminat, bahan penguat disusun secara beraturan dengan berlapis-lapis dan setiap lapisan disusun berlawanan arah. Penyebaran penguat pada dasarnya memanjang dan melebar dalam arah dua dimensi. Komposit ini juga dapat dibentuk dari gabungan komposit itu sendiri.

Kelapa sawit adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit kedua dunia setelah Malaysia, namun proyeksi ke depan memperkirakan bahwa pada tahun 2009 Indonesia akan menempati posisi pertama (Sunarko, 2007).

Serat TKKS masih mengandung banyak minyak dan kontaminan. Minyak dan kontaminan tersebut dapat mengurangi daya rekat antara serat dengan matrik dalam komposit. Oleh karenanya harus dibersihkan dahulu. Pembersihan bisa dengan air maupun dengan perlakuan alkali.

Selain itu, kandungan air dalam serat harus dikurangi. Hal ini dikarenakan air dapat menggembungkan matrik dan menyebabkan tegangan dalam antara serat dengan matrik. Hal itu dapat menyebabkan retak pada matrik dan/atau delaminasi pada antar muka matrik-serat (*interface*).

Pengeringan alami tanpa sinar matahari mampu mengeringkan serat hingga kadar air sekitar 12%.

Cangkang merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Saat ini pemanfaatan cangkang sawit di berbagai industri pengolahan minyak CPO belum begitu maksimal. Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit memiliki banyak kemiripan.

Semen *portland* ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI, 1982). Semen

portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik.

Semen *portland* memiliki beberapa kandungan yaitu kapur, silika dan alumina. Ketiga bahan dasar tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1550° dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya lalu ditambahkan gips kira-kira 2 % sampai 4 % sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang-kadang ditambahkan pula untuk mementum semen yang cepat pengeras.

Semen portland memiliki beberapa unsur yang paling penting. Unsur tersebut ialah:

1. Trikalsium silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) atau C_3S
2. Dikalsium silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) atau C_2S
3. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) atau C_3A
4. Tetraalkalium Aluminoforit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) atau C_4AF

Dua unsur yang pertama (1 dan 2) biasanya merupakan 70% sampai 80% dari semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen. Bila semen terkena air, C_3S segera mulai berhidrasi, dan menghasilkan panas. Selain itu juga berpengaruh besar dalam pengerasan semen, terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Sebaliknya, C_2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari. Unsur C_2S ini juga membuat semen tahan terhadap serangan kimia dan juga mengurangi besar susutan pengeringan.

Unsur C_3A berhidrasi secara exothermic dan bereaksi sangat cepat memberikan kekuatan sesudah 24 jam. Semen yang mengandung unsur ini lebih dari 10% akan kurang tahan terhadap serangan asam sulfat. Oleh karena itu semen tahan sulfat tidak boleh mengandung unsur C_3A terlalu banyak (maksimum 5%). Semen yang terkena asam sulfat (SO_4) didalam air atau tanah disebabkan karena keluarnya C_3A yang bereaksi dengan sulfat, dan mengembang sehingga terjadi retak-retak pada beton.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 jenis klasifikasi, diantaranya ialah:

1. Jenis I : semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain
2. Jenis II : semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
3. Jenis III : semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi
4. Jenis IV : semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
5. Jenis V : semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat

Kekuatan diartikan sebagai kemampuan suatu material untuk bertahan dari gaya yang diberikan tanpa mengalami patah. Uji tarik merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan suatu bahan berdasarkan ketahanan suatu material terhadap beban tarik yang diberikan secara aksial (Timings, 1998).

Dalam pengujian, spesimen uji dibebani dengan kenaikan beban perlahan-lahan hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat tegangan tariknya dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{P}{A_0}$$

Dimana : σ_t = Tegangan tarik maksimum

P = Beban maksimum

A_0 = Luas penampang awal spesimen uji

Tegangan tarik maksimum (ultimate tensile strength) adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Tegangan ini merupakan parameter utama

yang digunakan dalam menentukan kekuatan bahan. Secara skematik hasil pengujian tarik dapat digambarkan dalam kurva tegangan-regangan seperti pada gambar 15. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan spesimen uji adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, persen perpanjangan dan pengurangan luas (Timings, 1998)

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk bertahan dari proses abrasi (gesekan) atau tekanan ke dalam (indentasi) oleh benda keras lain (Timings, 1998).

Pengujian yang paling banyak digunakan adalah dengan menekan benda yang keras kepada spesimen dengan menggunakan beban standar, dan besar dari indentasi (baik itu area ataupun kedalaman) digunakan sebagai ukuran kekerasan material tersebut. Selanjutnya ada cara lain dengan menjatuhkan bola dengan ukuran tertentu dari ketinggian tertentu di atas spesimen dan diperoleh tinggi pantulannya. Pada pengujian Brinell, penekannya dibuat dari bola baja berukuran besar dengan beban besar, sehingga bahan lunak atau keras sekali tidak dapat diukur kekerasannya. Pengujian kekerasan Rockwell cocok untuk semua material yang keras dan yang lunak, penggunaannya yang sederhana dan penekanannya dapat dengan leluasa sehingga banyak digunakan sebagai pengujian untuk kontrol kualitas (Quality Control) dalam industri (Surdia, 1999).

Kuat lentur adalah hasil bagi momen lentur terbesar dan momen perlawanan, yang terjadi pada beban lentur maksimum (beban patahnya benda uji), kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus :

$$\sigma = \frac{M}{w}$$

Dimana :

$$M = \frac{P}{2} \times \frac{L}{2} = \frac{P \times L}{4}$$

$$w = \frac{1}{6} \times b \times h^2$$

Maka :

$$\sigma = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$$

Dengan : P = Beban (Kg)

L = Jarak tumpuan, (cm)

b = Lebar benda coba, (cm)

h = Tebal benda coba, (cm)

Hasil penelitian Joseph juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Jamasri mengenai komposit serat kenaf. Jamasri mengatakan bahwa perlakuan alkali 5% NaOH bertujuan untuk membersihkan *lignin* dan kotoran lainnya yang dapat diamati dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hasil Pengamatan SEM menunjukkan bahwa serat yang dilakukan perlakuan alkali mengalami peningkatan *kristanilitas*, yang disebabkan oleh hilangnya *lignin*, lapisan lilin, dan kotoran lainnya pada permukaan serat. Penampang komposit serat dengan perlakuan NaOH tidak menunjukkan *fiber pull out*. Hal ini mengindikasikan ikatan *interface* serat dan matrik sangat kuat.

Lama waktu perendaman larutan alkali juga berpengaruh terhadap kekuatan komposit yang dihasilkan. Penelitian oleh Jamasri memberi kesimpulan bahwa komposit yang memiliki kekuatan tarik tertinggi adalah komposit yang diperkuat serat perlakuan 2 jam. Namun, perlakuan serat yang terlalu lama dapat menyebabkan rusaknya permukaan serat itu sendiri. Akibatnya, komposit dengan perlakuan serat selama 4, 6 dan 8 jam memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah.

METODE PENELITIAN

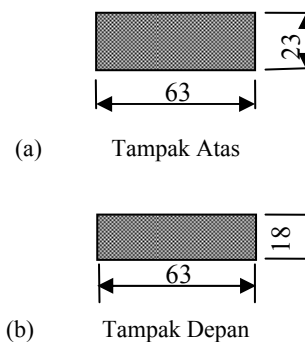
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen (*portland cement*), sebagai matriks dalam komposit
2. Powder marmer. sebagai bahan pendukung dalam komposit.
3. Powder tempurung kelapa sawit, sebagai bahan penguat dalam komposit.
4. Air, sebagai pelarut matriks dalam komposit.

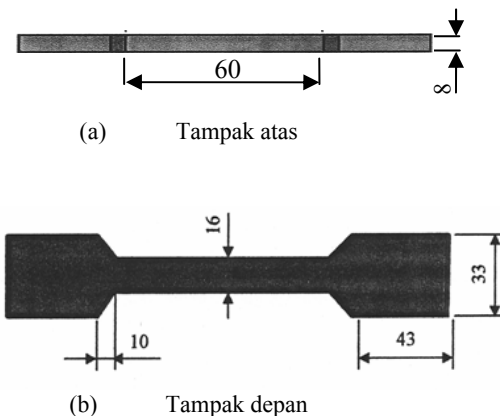
Bahan yang digunakan untuk cetakan ini adalah pelat seng, hal tersebut dikarenakan hasil cetakan tidak melekat pada pelat serta kemudahan dalam proses pembentukannya. Cetakan spesimen dibuat dalam satu cetakan kemudian dipotong dan dibentuk sesuai ukuran. Geometri fisik untuk spesimen uji tarik (sesuai standar DIN 50125) adalah

160x30x5mm (panjang, lebar, tebal) dan untuk uji kekerasan 60x20x15mm.

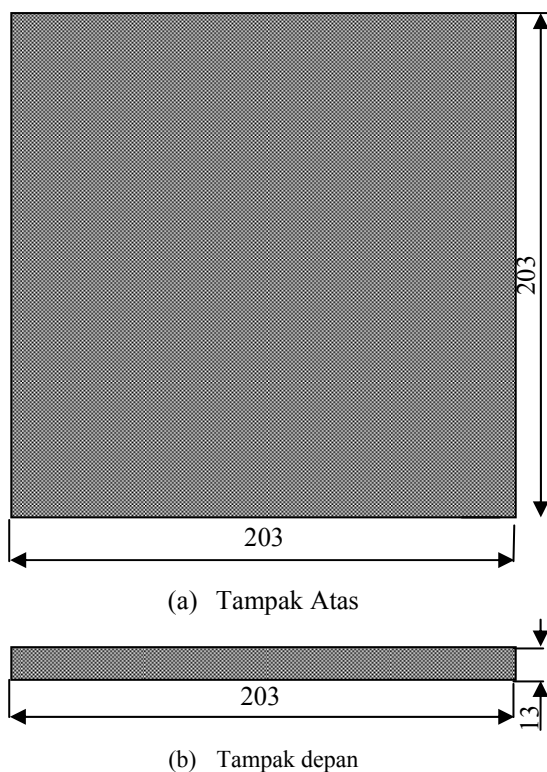
Sedangkan untuk Uji lentur memiliki standar kuat lentur DIN-1101 yaitu memiliki ukuran 200x200x10 mm (panjang, lebar, Tebal). Desain cetakan untuk uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 3 dan untuk uji tarik ditunjukkan pada Gambar 4 serta Gambar 5 untuk Uji Lentur.



Gambar 3. Cetakan spesimen uji kekerasan.



Gambar 4. Cetakan spesimen Uji Tarik



Gambar 5. Spesimen Uji Lentur

Pembuatan komposit :

- a. Persiapan matriks
Untuk pembuatan matriks dilakukan dengan mencampurkan semen (*portland cement*) dengan powder marmer serta ditambahkan dengan air secukupnya.
- b. Persiapan Bahan Penguat
Bahan penguat yang digunakan adalah serat kelapa sawit dan tempurung kelapa sawit limbah. Untuk serat kelapa sawit, serat tersebut direndam dengan larutan NaOH dengan kadar 5%, larutan ini digunakan untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada serat. Setelah direndam dengan larutan tersebut, kemudian serat dijemur hingga kering. Sedangkan untuk tempurung kelapa sawit, tempurung tersebut sebelumnya dihancurkan dengan palu dan tabung cetakan beton hingga menjadi partikel kecil. Kemudian partikel tersebut dihaluskan dengan menggunakan *milling*. Untuk mendapatkan partikel dengan ukuran tertentu maka tempurung

yang telah dihancurkan kemudian diayak menggunakan ayakan. Ukuran dari *mesh* yang tersedia. Ukuran *mesh* yang digunakan adalah sebesar 100 *mesh* atau 149 mikronmeter.

Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Penyiapan bahan/cetakan
Untuk satu adukan diperlukan bahan *mill* sebanyak 5,2 kg, semen sebanyak 1 kg dan serat dan partikel sebanyak 0,2 kg. Penyiapan cetakan dilakukan dengan mengolesi cetakan dengan oli bekas dan minyak tanah. Pengolesan ini dilakukan agar adonan tidak lengket dan mudah melepaskan hasil cetakan dari cetakannya.
- b. Pencampuran/pengadukan
Pencampuran bahan (*mill*, semen dan serat dan partikel) dilakukan dalam dua tahap yaitu secara kering dan secara basah. Bahan terlebih dahulu dicampur secara kering sampai merata kemudian di tambah air secukupnya sampai adonan lengket, dan tidak mudah putus pada waktu diratakan.
- c. Pencetakan
Pencetakan dilakukan di atas cetakan yang sudah disiapkan di atas meja. Proses pencetakan diawali dengan meratakan adonan di atas cetakan kemudian dilapisi dengan karung goni, dan di atas karung goni dilapisi kembali dengan karpet bantalan. Selanjutnya dipres dengan menggunakan silinder.
- d. Pengerasan
Proses pengerasan awal dilakukan dengan meletakkan eternit hasil cetakan ke atas lengser. Pengerasan di atas lengser ini dilakukan dengan cara ditumpuk selama satu hari, dan dilakukan penyiraman dengan air sebanyak 3 kali. Eternit kemudian dikeluarkan dari lengser. Proses selanjutnya dilakukan pengerasan lanjutan, dengan cara disiram dengan air sebanyak 3 kali sehari selama 3 sampai 4 hari.

Dari pengujian tarik maka akan didapatkan grafik hubungan antara tegangan dan regangan, dan dari grafik tersebut akan diketahui berapa kekuatan tarik maksimumnya. Selanjutnya dibuat grafik

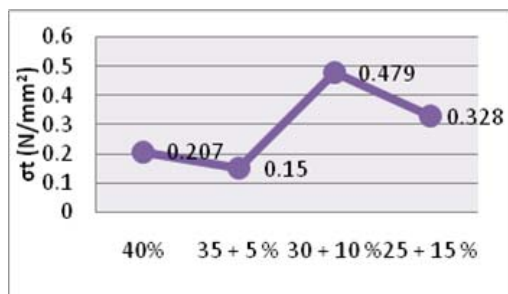
perbandingan antara kekuatan dengan mesh.

Untuk pengujian kekerasan dengan menggunakan Rockwell maka langsung didapatkan nilai kekerasannya, yang kemudian akan dibuat grafik untuk membandingkan antara nilai kekerasan setiap spesimen dengan mesh.

Uji kuat lentur merupakan salah satu cara pengujian yang digunakan untuk menentukan seberapa besar tingkat kelenturan dari plafon. Dilakukan dengan alat uji manual yaitu dengan memberi pemberat sebagai beban. Dalam pengujian kuat lentur ini plafon yang digunakan sebanyak 3 sampel untuk setiap variasi. Uji dan analisis kuat lentur (daktilitas) produk plafon bangunan yang dihasilkan diperlukan untuk menunjang kualitas produk komposit geopolimer berupa plafon bangunan yang dihasilkan. Proses uji dan analisis karakteristik mekaniknya (kuat lentur) dalam keadaan kering. Hasil pengujian karakteristik mekanik dalam keadaan kering tersebut dibandingkan dengan hasil pengujian karakteristik mekanik dari produk yang ada dipasaran dengan melihat pada standar atau peraturan tentang plafon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat untuk nilai uji tarik komposit partikel 40% memiliki nilai rata-rata sebesar 0.207 N/mm², komposit partikel 35% dan serat 5% memiliki nilai rata-rata sebesar 0.15 N/mm², komposit partikel 30% dan serat 10% memiliki nilai rata-rata sebesar 0.479 N/mm², komposit partikel 25% dan serat 15% memiliki nilai rata-rata sebesar 0.328 N/mm². Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 6. Nilai kuat tarik Eternit berbahan penguat partikel dan serat

Dari hasil uji tarik yang diperoleh, nilai terbesar yang dihasilkan ialah pada konsentrasi partikel 30% dan serat 10 % sebesar 0,479 N/mm² dan hasil yang terendah terletak pada konsentrasi partikel 35% dan serat 5% yaitu sebesar 0,15 N/mm². Perubahan perbandingan nilai kuat tarik berdasarkan fraksi massa tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

a. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan eternit adalah ukuran partikel yang tidak seragam. Pada agregat dengan ukuran tersebut akan terjadi ikatan yang bervariasi antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat berukuran besar luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang.

Agregat diatas yang dimaksudkan ialah partikel tempurung kelapa sawit yang memiliki ukuran ≥ 100 mesh. Untuk komposit partikel tempurung kelapa sawit 40 % memiliki nilai kuat tarik 0,207 N/mm² yang lebih besar dibandingkan dengan komposit partikel 35% dan serat kelapa sawit 5% yang hanya 0,15 N/mm². Hal ini disebabkan oleh proses pencampuran partikel dengan serat membuat gaya ikatan tersebut menjadi menurun. Penurunan gaya ikatan itu terjadi karena proses pertemuan partikel yang memiliki massa yang lebih besar dengan serat yang memiliki massa sedikit serta sifat serat yang memiliki permukaan yang halus.

a. Bertambahnya persentase massa serat kelapa sawit

Bertambahnya persentase massa serat kelapa sawit menyebabkan semakin banyaknya serat yang terikat oleh matriks sehingga dapat menambah atau menahan beban yang diberikan. Kemudian dengan bertambahnya jumlah serat yang tersusun secara acak berarti peluang menahan gaya yang bersifat transversal maupun longitudinal adalah sama. Serta dengan bertambahnya serat kelapa sawit berarti bebannya dapat terdistribusi secara merata. Kemudian ikatan antara matriks dengan penguatnya (serat kelapa sawit) dapat seimbang, maksudnya ikatan partikelnya dapat sempurna atau sifat adesifnya semakin kuat (Gibson, 1994).

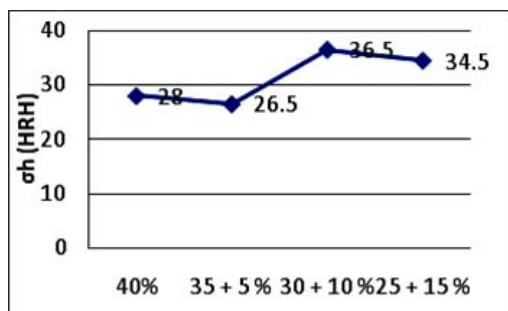
Proses terjadinya penambahan persentase jumlah

serat dalam komposit dapat menjadi meningkat, hal ini dapat dilihat pada gambar diatas untuk komposit dengan campuran partikel 30% dan serat 10% memiliki nilai yang tertinggi yaitu sebesar 0,479 N/mm². Namun, apabila persentase jumlah massa serat yang berlebihan menyebabkan nilai kuat tarik tersebut menjadi menurun, hal itu dapat ditunjukkan pada komposit partikel 35% dan serat 5% yaitu sebesar 0,328 N/mm². Penurunan itu terjadi karena ikatan antara matriks dengan penguat tersebut menjadi berkurang karena gaya ikat semen dengan penguat hanya mampu mencapai batas maksimum pada campuran komposit partikel 30% dan serat 10%

c. Kesalahan Manusia (Human Error)

Karena proses pembuatan plafon eternit dilakukan secara manual, maka faktor yang mempengaruhi dari hasil uji di atas adalah kesalahan manusia itu sendiri. Kesalahan manusia dalam proses pembuatan plafon eternit sering terjadi, hal ini di karenakan dalam proses perlakuan atau pembuatan plafon eternit di lakukan dengan manual, dari proses pencampuran bahan, proses pengadukan hingga ke proses pencetakan.

Untuk hasil nilai uji kekerasan komposit partikel 40% memiliki nilai rata-rata sebesar 28 HRH, komposit partikel dan serat 35% dan serat 5% memiliki nilai rata-rata sebesar 26,5 HRH, komposit partikel 30% dan serat 10% memiliki nilai rata-rata sebesar 36,5 HRH, komposit partikel 25% dan serat 15% memiliki nilai rata-rata sebesar 34,5 HRH. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada grafik dibawah ini.

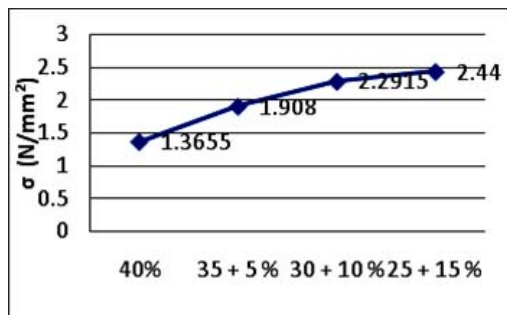


Gambar 7. Nilai Kekerasan Eternit berbahan penguat partikel dan serat

Dari hasil uji kekerasan diatas, nilai kekerasan terbesar yaitu pada komposit

partikel 30% dan serat 10% sebesar 36,5 HRH dan nilai kekerasan terendah terletak pada konsentrasi komposit partikel 35% dan serat 5% yaitu sebesar 26,5 HRH. Faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan hampir sama dengan faktor yang mempengaruhi nilai kuat tarik. Namun untuk konsentrasi partikel 35% dan serat 5% memiliki nilai terendah karena faktor itu disebabkan oleh sifat bahan yang mudah hancur, dikarenakan kurangnya serat menyebabkan gaya longitudinal untuk menahan kekuatan tekan dalam spesimen tersebut menjadi berkurang. Sedangkan pada konsentrasi partikel 30% dan serat 10% memiliki nilai kekerasan yang tertinggi, hal ini di sebabkan oleh cukupnya ukuran massa serat untuk mengikat dalam komposit dan mampu menahan beban tekan yang maksimum sehingga membuat nilai kekerasan menjadi meningkat. Karena serat tersebut tersusun secara acak maka bahan tersebut memungkinkan untuk dapat menahan gaya yang bersifat transversal maupun longitudinal. Namun ukuran serat yang berlebihan dapat menyebabkan nilai kekerasannya menurun, hal ini dapat dilihat pada konsentrasi partikel 35% dan serat 5%. Hal ini dapat terjadi karena ikatan antara pasta semen dengan serat, jika melebihi ukuran maksimumnya maka kekuatannya akan berkurang, serat yang berlebihan akan membuat nilai kepadatannya berkurang.

Untuk hasil nilai uji lentur komposit partikel 40% memiliki nilai rata-rata sebesar 1.3655 N/mm², komposit partikel dan serat 35% dan serat 5% memiliki nilai rata-rata sebesar 1.908 N/mm², komposit partikel 30% dan serat 10% memiliki nilai rata-rata sebesar 2.2915 N/mm², komposit partikel 25% dan serat 15% memiliki nilai rata-rata sebesar 2.44 N/mm². Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 8. Nilai kuat lentur Eternit berbahan penguat partikel dan serat

Dari hasil uji lentur yang diperoleh, nilai terbesar yang dihasilkan ialah pada konsentrasi 25% dan serat 15 % sebesar 2,44 N/mm² dan nilai kuat lentur yang terendah terletak pada konsentrasi partikel 40% yaitu sebesar 1,36 N/mm². Faktor yang mempengaruhi uji lentur ini sama dengan faktor yang mempengaruhi uji tarik dan uji kekerasan, namun pada uji lentur ini berbanding terbalik dengan uji kekerasan. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan nilai kekuatan pada uji lentur berdasarkan fraksi massa komposit. Semakin banyaknya serat yang terikat oleh matriks sehingga dapat menambah atau menahan beban yang diberikan (beban tekan). Kemudian dengan bertambahnya jumlah serat yang tersusun secara acak berarti peluang menahan gaya yang bersifat transversal maupun longitudinal adalah sama. Serta dengan bertambahnya serat kelapa sawit berarti bebannya dapat terdistribusi secara merata. Kemudian ikatan antara matriks dengan penguatnya (partikel dan serat kelapa sawit) dapat seimbang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan, dari pengujian kuat tarik, kekerasan dan kuat lentur maka dapat disimpulkan bahwa untuk pengujian kuat tarik didapat hasil yang tertinggi pada eternit berbahan penguat partikel 30 % dan serat 10 % yaitu sebesar 0,479 N/mm². Untuk pengujian kekerasan didapat hasil yang tertinggi pada eternit berbahan penguat partikel 30 % dan serat 10 % yaitu sebesar 36,5HRH. Untuk pengujian kuat lentur didapat hasil yang

tertinggi pada eternit berbahan penguat partikel 25 % dan serat 15 % yaitu sebesar 2,44 N/mm². Untuk pengujian bahan eternit berbahan penguat kain perca telah didapat nilai kuat tarik sebesar 0,422 N/mm² dan kekerasan sebesar 28 HRH serta nilai kuat lentur sebesar 3,84 N/mm².

Bahan penguat partikel tempurung dan serat kelapa sawit memiliki nilai kuat tarik dan kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan bahan penguat kain perca, sedangkan untuk nilai kuat lentur, kain perca memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan bahan penguat serat dan partikel tempurung kelapa sawit. Adanya serat kelapa sawit ini dapat membantu meningkatkan kekuatan tarik, kekerasan dan kekuatan lentur dalam proses pembuatan eternit.

Saran

Setelah peneliti melakukan beberapa pengujian dimulai dari uji tarik, uji kekerasan dan uji lentur, maka peneliti dapat menyampaikan beberapa saran yaitu untuk menambah inspirasi masyarakat umum, hasil limbah pabrik yang berupa serat dan tempurung kelapa sawit hendaknya tersedia didalam lingkungan masyarakat.

Dikarenakan sulitnya menghancurkan tempurung kelapa sawit sebaiknya bahan penguat partikel tersebut digantikan dengan penguat partikel yang lain agar mudah diterima dalam proses pembuatan eternit oleh kalangan luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gibson, R.F., *Principles of Composite Material Mechanics*, Mc. Graw-Hill, New York, 1994.
- [2] Groover, Mikell. P., *Fundamental of Modern Manufacturing: Materials, Proses and System*, Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- [3] Gurdal, dkk., *Design and Optimization of Laminated Composite Material*, John Wiley & Sons inc, New York, 1999.
- [4] Hyer, M.W., *Stress Analisis of Fibre Reinforced Composite Material*, Mc Graw Hill, New York, 1997.
- [5] Jamasri, Diharjo K., Gunesti W.H.,

- Kajian Sifat Tarik Komposit Serat Buah Acak Bermatrik Polyester*, Media Teknik FT UGM–Terakreditasi, November 2005.
- [6] Prasetyo, Budi., Diharjo, Kuncoro., *Kajian Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Bending Bahan Komposit Sabut Kelapa – Polyester*, Seminar Teknoin 2006, Pengembangan Produk Berbasis Proses dan Manufaktur, Yogyakarta, 22 Juli 2006.
- [7] Savetlana, Shirley., Homma, Hiroomi., *Approach to Dynamic Fracture Toughness of GFRP from Aspect of Viscoelastic and Debonding Behavior*, Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering Vol 1, No.3, 2007.
- [8] Surdia, Tata., dkk., *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cet 2. Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.
- [9] Timings, L.R., *Engineering Materials*. Addison Wesley Longman Limited, Singapura, 1998.