

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI GENTENG KOMPOSIT POLIMER BERBASIS LIMBAH ABU BOILER KELAPA SAWIT DAN SERAT BENANG KARET BAN BEKAS YANG DIPERKUAT OLEH ASPAL

Awan Maghfirah^{1,*}, Anwar Dharma Sembiring¹, dan Mulkan Iskandar²

¹Departemen Fisika Universitas Sumatera Utara

²Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan

*Email: a1manna@yahoo.com

Abstrak. Telah dibuat genteng komposit polimer berbasis limbah abu boiler kelapa sawit (ABKS) dan serat benang karet ban bekas yang diperkuat oleh aspal melalui teknik konvensional cetak dan tekan. Bahan baku terdiri atas pasir, abu boiler kelapa sawit (ABKS), serat benang ban, aspal, dan resin epoksi dengan variasi komposisi ABKS dan serat benang karet ban adalah sebesar 20%:0%, 18%:2%, 16%:4%, 14%:6%, 12%:8%, dan 10%:10%. Karakterisasi yang dilakukan meliputi: sifat fisis (densitas dan penyerapan air), sifat mekanik (kuat tekan, kuat impak, dan kuat lentur), dan sifat termal (DTA, *Differential Thermal Analysis*). Hasil tes menunjukkan bahwa sampel dengan komposisi pasir, ABKS, serat benang karet ban, aspal, dan resin epoksi yang optimum sebesar 55%:12%:8%:10%:15% memiliki nilai densitas tertinggi sebesar 1,64 gram/cm³, nilai penyerapan air 1,72%, nilai uji impak 77,68 kJ/m², nilai kuat lentur 19,373 MPa, dan suhu DTA (*Differential Thermal Analysis*) 360 °C. Hasil ini memenuhi standar SNI untuk genteng yang sudah ada dan dapat dijadikan sebagai alternatif bahan genteng yang harganya terjangkau dan ramah lingkungan.

Kata-kata kunci: Abu boiler kelapa sawit (ABKS), genteng komposit polimer, dan serat benang karet ban.

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYMER COMPOSITE TILE BASED ON BOILER ASH WASTE FROM PALM OIL INDUSTRY AND FIBER FROM WASTE TIRE REINFORCED BY ASPHALT

Abstract. Polymer composite tile based on boiler ash waste from palm oil industry (ABKS) and fiber from waste tire reinforced by asphalt have been prepared through compression molding techniques. The raw materials consist of sand, ABKS, recycled tire fibers, asphalt, and epoxy resin with variation of ABKS and recycled tire fibers composition by 20%:0%, 18%:2%, 16%:4%, 14%:6%, 12%:8%, and 10%:10%. The characterization performed includes: physical properties (density and water absorption), mechanical properties (compressive strength, impact strength, and flexural strength), and

thermal properties (DTA, Differential Thermal Analysis). The test results showed that sample with the optimum composition of sand, ABKS, recycled tire fibers, asphalt, and epoxy resin of 55%: 12%: 8%: 10%: 15% had the highest density value of 1.64 grams/cm³, water absorption of 1.72%, impact test value of 77.68 kJ/m², bending strength value of 19.373 MPa, and DTA temperature of 360 °C. These results meet SNI standards for existing tiles and can be used as an alternative tile materials which is affordable and environmentally friendly

Keywords: *Boiler ash waste from palm oil industry (ABKS), polymer composite tile, and recycled tire fibers*

1. PENDAHULUAN

Genteng merupakan benda yang berfungsi sebagai atap suatu bangunan. Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Dahulu genteng berasal dari tanah liat yang dicetak dan dipanaskan sampai kering. Fungsi utama genteng adalah untuk menahan panas cahaya matahari dan curahan air hujan¹. Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, saat ini telah banyak digunakan bahan tambahan lain dalam pembuatan genteng, seperti bahan-bahan limbah. Limbah diartikan sebagai suatu substansi yang didapatkan selama pembuatan sesuatu, barang sisa atau sesuatu yang tidak berguna dan umumnya dibuang karena bukan merupakan tujuan produksi yang diinginkan².

Seiring dengan berkembangnya zaman di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat mengakibatkan munculnya benda-benda tidak habis pakai yang biasa disebut dengan limbah, sering dimanfaatkan untuk keperluan tertentu. Saat ini Provinsi Sumatera Utara dikenal sebagai salah satu provinsi yang memiliki sumber daya alam yang banyak, salah satunya adalah kelapa sawit. Produksi minyak kelapa sawit mentah (CPO) di tanah air diperkirakan mencapai 13,6 juta ton pertahun dan sebagai hasil samping pengolahannya akan diperoleh serat limbah padat yang berasal dari tandan, serat biji, dan cangkang kelapa sawit yang disebut abu boiler kelapa sawit, hingga mencapai 20 juta ton per tahun. Pengolahan dan pemanfaatan limbah perkebunan kelapa sawit untuk mencapai sasaran *zero waste production* juga sedang digalakkan. Perkebunan dan pabrik pengolahan kelapa sawit di Indonesia, khususnya di Sumatera Utara berkembang sangat cepat karena merupakan penghasil minyak nabati yang sangat potensial⁴.

Abu boiler cangkang kelapa sawit juga merupakan biomas dengan kandungan silika (SiO₂) yang potensial dimanfaatkan. Abu kelapa sawit dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit mengandung unsur kimia silika (SiO₂) sebanyak 31,45% dan unsur kapur (CaO) sebanyak 15,2% (Ginting, E.M. 2014). Penelitian tentang genteng polimer yang menggunakan bahan baku dari alam dan pemanfaatan limbah sudah mulai banyak dikembangkan. Penelitian ini akan memaparkan bagaimana proses pembuatan dan karakterisasi genteng komposit polimer dengan menggunakan metode tekan. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan genteng komposit polimer yaitu: pasir, abu boiler kelapa sawit (ABKS), serat benang karet ban bekas, aspal, dan resin epoksi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah abu boiler kelapa sawit (ABKS), pasir, aspal penetrasi 60/70, serat benang ban bekas, dan resin epoksi. Alat yang digunakan

adalah spatula, ayakan 100 mesh, alumunium foil, *beaker glass*, cetakan, wax, kuas, gunting, neraca digital, mixer, set alat uji kuat lentur, set alat uji kuat impak, mesin hotpress, dan set alat uji DTA (*Differential Thermal Analyzer*).

2.2 Cara Kerja

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan genteng komposit polimer ini adalah pasir, abu boiler kelapa sawit (ABKS), serat benang karet ban bekas, aspal, dan resin epoksi. Dengan variasi komposisi antara ABKS dan serat benang karet ban bekas yaitu sebesar 20:0, 18:2,16:4,14:6, 12:8, 10:10. Sedangkan untuk pasir, aspal, dan resin epoksi dengan komposisi tetap yaitu 55 g:10 g:15g.

Aspal sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam beaker glass dan dipanaskan pada suhu 150 °C hingga mencair. Kemudian dimasukan pasir halus yang sudah diayak dengan ukuran 100 mesh sebanyak 55 g. Lalu dimasukkan ABKS sebanyak 20 g dan serat benang 0 g. Kemudian dimixer agar bahan tercampur merata. setelah itu didinginkan selama 5 menit, kemudian dicampurkan resin epoksi ke dalamnya sebanyak 15 g dan mixer kembali. Setelah itu bahan yang sudah dicampurkan dimasukkan ke dalam cetakan sampel.

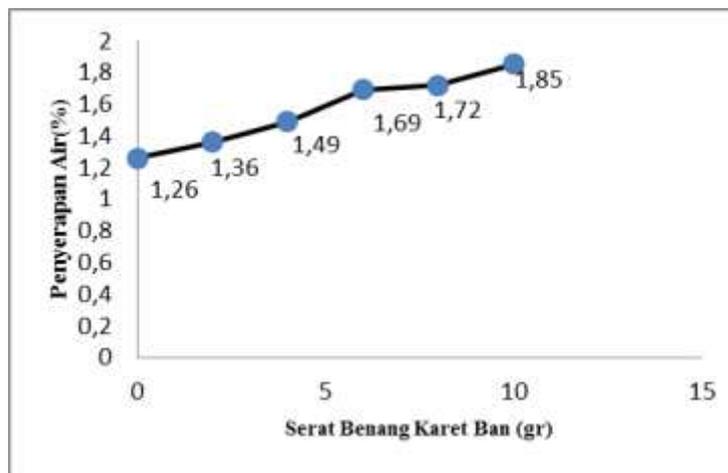
Setelah itu dipress dengan mesin hotpress pada suhu 100 °C selama 20 menit. Lalu cetakan dikeluarkan dari mesin press dan didinginkan. Setelah dingin sampel dikeluarkan dari cetakan. Sampel inilah yang nanti akan diuji meliputi uji densitas, penyerapan air, kuat impak, kuat lentur, dan DTA (*Differential Thermal Analysis*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Sifat Fisis

Pengujian penyerapan air ini mengacu pada ASTM C-20-00-2005 tentang prosedur pengujian, di mana bertujuan untuk menentukan besarnya persentase air yang diserap oleh sampel yang direndam dengan perendaman selama 24 jam. Pengujian daya serap air (*Water absorbtion*) dilakukan pada masing-masing sampel pengeringan. Lama perendaman dalam air adalah selama 24 jam dalam suhu kamar.

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots [1]$$

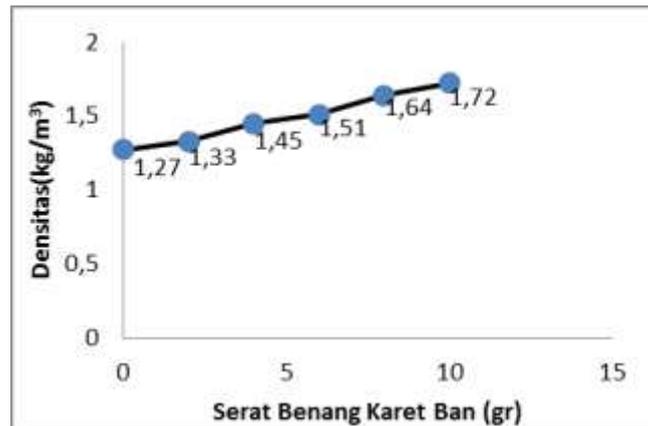


Gambar 1. Hubungan antara penyerapan air dan komposisi serat benang karet ban

Dari grafik pada Gambar 1 di atas terlihat bahwa nilai penyerapan air bertambah seiring dengan penambahan serat benang karet ban. Nilai penyerapan air terkecil berada pada komposisi 55%:20%:0%:10%:15% yakni sebesar 1,26% dari sampel 1 dapat dilihat bahwa abu boiler kelapa sawit bisa digunakan dalam pencampuran genteng karena memiliki nilai penyerapan air yang rendah. Penyerapan air terbesar berada pada komposisi 55%:10%:10%:10%:15% yakni sebesar 1,85% sehingga bersifat hidrofilik (menyerap air). Hal ini dikarenakan ikatan antara serat dan matrik terbentuk void, yaitu adanya pori-pori pada sampel atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matriks tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada sampel. Pada saat proses pencampuran bahan, bahan yang dicampurkan dan dimix tidak bercampur secara merata. Namun nilai penyerapan air yang diperoleh masih dalam batas normal. Hal ini dibuktikan dengan nilai daya serap air terbesar yang dihasilkan relatif lebih kecil dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 0096:2007 yaitu sebesar 10%.

Massa jenis atau disebut juga dengan istilah rapat massa adalah perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya. Massa jenis merupakan ciri khas setiap zat. Oleh karena itu zat yang berbeda jenisnya pasti memiliki massa jenis yang berbeda pula. Massa jenis zat dapat diukur. Secara matematis, massa jenis zat

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots [2]$$



Gambar 2. Hubungan antara densitas dan komposisi serat benang karet ban

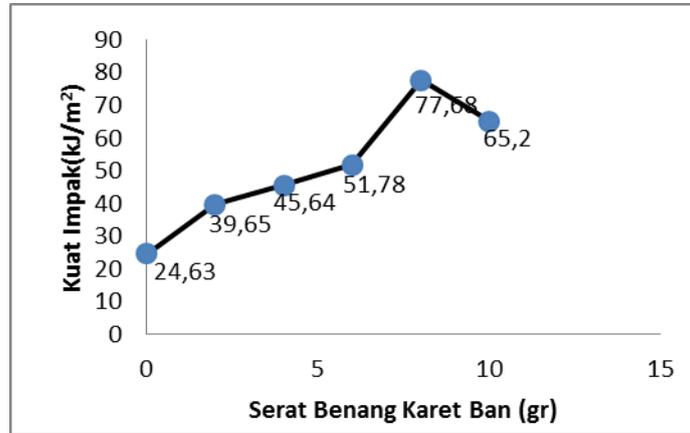
Dari Gambar 2 hubungan antara densitas dan penambahan serat benang karet ban mengalami kenaikan. Semakin bertambah serat benang karet ban maka semakin meningkat pula densitas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada saat dipress pada suhu tinggi atom-atom penyusun genteng komposit polimer membentuk suatu ikatan yang kuat dan memadat sehingga membuat penambahan volume pada genteng komposit polimer. Nilai densitas terendah didapat pada komposisi 55%:20%:0%:10%:15% yakni 1,27 gr/cm³ dan tertinggi pada komposisi 55%:10%:10%:10%:15% yakni 1,72 gr/cm³.

3.2. Analisis Sifat Mekanis

Pengujian impak bertujuan untuk menentukan ketangguhan sampel terhadap pembebanan dinamis. Metode yang dipakai untuk pengujian impak pada penelitian ini adalah model Charpy, di mana sampel diletakkan dalam posisi horizontal dengan ukuran yang telah ditentukan, dengan kedua ujung sampel diletakkan pada penumpu lalu melepaskan beban dinamis dengan tiba-tiba menuju sampel dengan sudut awal beban sebesar 160° terhadap

vertikal. Kekuatan impact yang dihasilkan (I_S) merupakan perbandingan antara energi serap (E_S) dengan luas penampang (A).

$$I_S = \frac{E_S}{A} \dots\dots\dots [3]$$



Gambar 3. Hubungan antara kuat impact dan komposisi serat benang karet ban

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengujian kuat impact pada sampel 1 dengan komposisi 55%:20%:0%:10%:15% merupakan nilai kegetasan yang paling kecil yaitu 24,63 kJ/m². Pada komposisi ini hanya terdapat matriks sebagai pengikat serta pasir sebagai agregat kasar dan ABKS sebagai agregat halus tetapi tanpa serat yang berfungsi sebagai penahan gaya yang efektif. Kuat impact yang terbesar ada pada sampel 5 dengan komposisi 55%:12%:8%:10%:15% yaitu 77,68 kJ/m², dengan nilai komposisi matriks tetap maka partikel-partikel antara agregat dan pengisi akan terikat satu sama lain oleh aspal dan resin epoksi dengan baik. Sesuai dengan fungsi aspal dan resin epoksi sebagai bahan pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan resin epoksi dengan agregat kasar pasir dan agregat halus ABKS sebagai bahan pengisi untuk mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori yang ada di antara agregat itu sendiri, sehingga terjadi penguatan ikatan antara matriks dan filler. Namun pada sampel 6 mengalami penurunan kuat impact. Hal ini disebabkan penambahan serat yang berlebih dapat menyebabkan kejenuhan pada sampel. Di mana fungsi dari aspal dan resin sebagai perekat tidak mampu mengikat secara keseluruhan sampel.

Pengujian Kekuatan Lentur (UFS) dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan polimer terhadap pembebanan. Dalam metode digunakan metode tiga titik lentur. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui keelastisan suatu bahan. Beban digantungkan pada beban dan span diletakkan di atas piringan besi. Jarak span diatur 80 mm satu sama lain dan sampel diletakkan di tengah-tengah span. Skala pembebanan maksimum diberi sebesar 100 kgf dan kecepatan 20 mm/menit. Display beban dan regangan tepat pada skala nol.

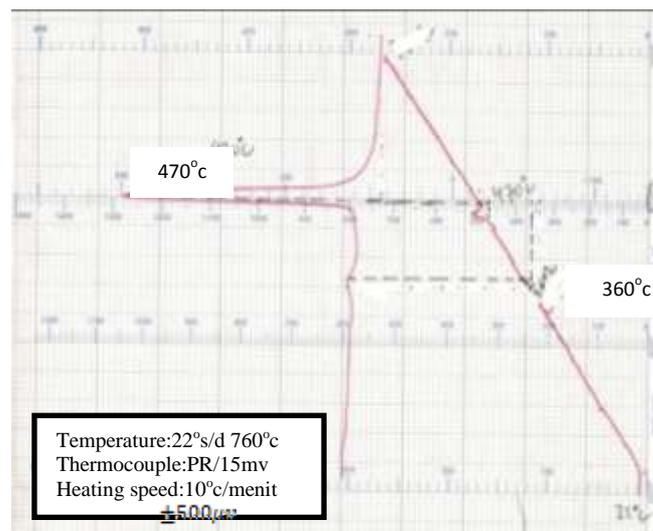
Berdasarkan grafik pada Gambar 4 maka dapat dilihat bahwa pertambahan kekuatan lentur spesimen sangat dipengaruhi oleh komposisi material penyusun. Pada sampel 1 yang tidak diperkuat serat diperoleh hasil uji spesimen kuat lentur sebesar 11,79 MPa. Hasil terbaik diperoleh pada saat diberikan penambahan serat (sampel 5) yaitu sebesar 19,373 MPa. Seiring dengan penambahan serat, kuat lentur yang dihasilkan semakin bertambah. Hal ini berarti bahwa penempatan serat benang karet ban secara kontinu dapat menambah kekuatan lentur material genteng komposit polimer. Namun pada sampel 6 terjadi penurunan kuat lentur yang dihasilkan. Hal ini bisa saja terjadi akibat terjadinya ketidakrataan dalam pendistribusian serat pada sampel pengujian.



Gambar 4. Hubungan antara kuat lentur dan komposisi serat benang karet ban

3.3 Analisis Sifat Termal

Sifat khas bahan polimer adalah sangat rentan akibat adanya perubahan suhu. Hal ini disebabkan apabila suhu berubah, pergerakan molekul karena termal akan mengubah kumpulan molekul atau mengubah struktur (terutama struktur yang berdimensi besar). Keadaan tersebut akan mempengaruhi sifat-sifat mekanik. Untuk mengetahui sifat termal bahan, dapat digunakan analisis termal yang salah satu teknikya adalah metode DTA.



Gambar 5. Uji DTA pada sampel genteng polimer dengan tambahan 10% serat benang karet ban

Gambar 5 di atas menunjukkan hasil uji DTA dari sampel 6 dengan komposisi 55%:10%:10%:10%:15% yang memiliki nilai termal yang terbaik dengan suhu sebesar 360 °C. Di mana seiring dengan penambahan serat benang karet ban maka nilai termal yang diperoleh semakin bagus. Serapan panas oleh genteng polimer menyebabkan putusya rantai molekul genteng dan adanya udara menyebabkan terjadinya proses oksidasi pada genteng polimer dan terjadinya perubahan wujud pada saat pembakaran.

Hasil dari penelitian genteng komposit polimer ini berhasil memenuhi standar SNI untuk genteng dengan penyerapan air yang diperoleh adalah 1,72% di mana ini masih berada di bawah SNI yang bernilai 10%, kuat impak 77,68 kJ/m², kuat lentur 19,373 MPa yang lebih baik dari

genteng polimer dari penelitian-penelitian sebelumnya seperti Suryati (2012) yang membuat dan mengkarakterisasi genteng komposit polimer dari campuran polyester, aspal, styrofoam bekas, dan serat panjang ijuk dicapai nilai maksimum pada komposisi 29%:5%:1%:61%:4% dengan nilai penyerapan air 5,4%, kuat impact 18 kJ/m², dan kuat lentur 7,7 MPa.

4. KESIMPULAN

Komposisi yang terbaik dari campuran pasir, abu boiler kelapa sawit (ABKS), serat benang karet ban, aspal, dan resin epoksi yang memberikan nilai terbaik pada sifat fisis, mekanik, dan termal terdapat pada komposisi 55%:12%:8%:10%:15% di mana diperoleh nilai penyerapan air sebesar 1,72% , nilai densitas sebesar 1,64, nilai kuat impact sebesar 77,68 kJ/m², dan nilai kuat lentur sebesar 19,37 MPa, yang dapat memberikan kepadatan dan kekuatan serta kelenturan yang baik. Hasil penelitian ini telah memenuhi standar SNI 0096:2007 di mana batas maksimum kandungan air adalah sebesar 10%. Sifat fisis dari genteng polimer dipengaruhi oleh penambahan serat benang karet ban yang digunakan. Nilai daya serap air dan densitas semakin meningkat dengan penambahan massa serat benang karet ban. Penambahan massa serat benang karet ban berpengaruh pada kekuatan impact dan lenturnya yang semakin meningkat dengan penambahan massa serat benang karet ban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adriana. 2014. *Polimer Nanokomposit Berbasis Polistirena dan Nanokristal Selulosa Tandan Kosong Sawit Menggunakan Aditif Antistatik Gliserol Monostearat Untuk Bahan Teknis*. Disertasi USU, Medan.
- [2] Pramono, A.E. 2012. *Karakteristik Komposit Karbon-Karbon Berbasis Limbah Organik Hasil Proses Tekan Panas*. Disertasi UI, Depok.
- [3] Awal A.S.M. Abdul dan Siew K.N. 2010. *A Short-Term Investigation on High Volume Palm Oil Fuel Ash (POFA) Concrete*. 35th. Conference on Our World In Concrete & Structures. 25 – 27 August 2010. Singapura.
- [4] Sembiring, K., Marlianto, E., Thamrin, R. 2014. *The Use of Solid Waste in Rubber Gloves Industry and Natural Polyurethane in Making Sound Dumping Polymer's Roof*. *American Journal of Physical Chemistry*: Vol. 3, No. 2, 2014, pp. 15-18. DOI: 10.11648/j.ajpc20140302.12.
- [5] Ginting, E.M. 2014. *Pengolahan dan Karakterisasi Abu Boiler Kelapa Sawit dan Abu Sekam Padi Menjadi Nano Partikel Sebagai Bahan Pengisi Termoplastik HDPE*. Disertasi USU, Medan.
- [6] Ermiyati. 2007. *Abu Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Resapan Air Pada Mortar*. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 6, No. 2, pp. 31-34.