

Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa

Erna Yusniyanti¹, Abdullah Irwansyah², Milawarni³, Miswar⁴

^{1,2,4} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹ernayusniyanti@pnl.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

Abstrak— Sifat material sangat tergantung pada variasi unsur yang terkandung di dalamnya serta perlakuan terhadap material tersebut pada saat proses pembuatan material. Pembuatan dan karakterisasi genteng komposit polimer ini memanfaatkan limbah *Hight Density Polietilena* (HDPE) bekas dan serat panjang sabut kelapa (SSK). Bahan yang digunakan adalah aspal 5%, HDPE 30% dan variasi komposisi pasir dan SSK yang dibuat adalah (65:0), (64:1), (63:2), (62:3) dan (61:4). Karakterisasi genteng komposit polimer ini dilakukan dengan pengujian terhadap sifat mekanik dan sifat fisis. Hasil uji mekanik meliputi uji lentur dan dampak maksimum berada pada sampel 4 komposisi (62:3) sebesar 10,88 MPa dan 26,47 KJ/m². Hasil dari pengujian sifat Fisis menunjukkan nilai kerapatan yang mendekati standar genteng SNI 7711.1.2012 sebesar 1590 kg/m³ dan nilai ini terdapat pada sampel 4 dan 5 pada komposisi 62:3 dan 61:4. Hasil pengujian daya serap air sesuai SNI sebesar 0,6% , nilai ini ada pada sampel 4 (62:3). Dari hasil uji mekanis dan uji sifat fisis pengujian maksimum terdapat pada sampel 4 (62:3) sehingga komposisi ini dianggap yang terbaik. Penggunaan Serat panjang SSK pada penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan penguat genteng komposit polimer dikarenakan hasil yang diperoleh memenuhi standar mutu genteng SNI 7711.1.2012.

Kata kunci— Serat Panjang Sabut Kelapa (SSK), Hight Density Polietilena (HDPE), Aspal, Pasir, Genteng Komposit Polimer, Uji Mekanis.

Abstract— The nature of the material is very dependent on the variation of the elements contained therein and the treatment of the material during the process of making the material. The manufacture and characterization of these polymer composite tiles utilizing used Hight Density Polyethylene (HDPE) waste and long coconut fiber fiber (SSK). The materials used are 5% asphalt, 30% HDPE and variations in the composition of sand and SSK made are (65: 0), (64: 1), (63: 2), (62: 3) and (61: 4). The characterization of polymer composite tiles was carried out by testing the mechanical and physical properties. The results of the mechanical tests include the maximum flexural and impact tests in the sample 4 composition (62: 3) of 10.88 MPa and 26.47 KJ / m². The results of the physical properties test show that the density value is close to the SNI 7711.1.2012 tile standard of 1.59 gr / cm³ and this value is found in samples 4 and 5 in compositions 62: 3 and 61: 4. The results of testing the water absorption according to SNI of 0.6%, this value is in sample 4 (62: 3). From the results of mechanical tests and physical properties test maximum testing is found in sample 4 (62: 3) so that this composition is considered the best. The use of SSK Long Fiber in this study can be used as a reinforcement material for polymer composite tiles because the results obtained meet SNI 7711.1.2012 tile quality standards.

Keywords— Coconut Fiber Long Fiber (SSK), Hight Density Polyethylene (HDPE), Asphalt, Sand, Polymer Composite Tile, Mechanical Test.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia dewasa ini setiap tahun meningkat dengan pesat, hal ini memerlukan bahan bangunan dalam jumlah yang sangat besar. Genteng sebagai salah satu bahan kebutuhan dalam pembuatan rumah yang berfungsi melindungi bangunan dari berbagai factor luar. Genteng ini mempunyai keunggulan tahan lama, pemeliharannya mudah, fleksibel serta dengan mudah dapat dipasang dan juga tergolong genteng yang sangat ringan. Umumnya genteng polimer yang ada dipasaran terbuat dari aspal, serat kaca, *granules* dan material lainnya. Penggunaan serat kaca sebagai bahan penyusun dinilai kurang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang sukar terdegradasi secara alami [1]. Sekarang ini genteng komposit polimer mulai dikembangkan karena keunggulannya yang tahan karat, tahan terhadap cuaca tropis, ringan dan kuat serta ramah lingkungan karena menggunakan bahan serat alam. Serat alam yang digunakan pada genteng ini yaitu Serat Panjang Sabut Kelapa (SSK) digunakan sebagai bahan penguat genteng jenis ini. Serat ini digunakan mengingat Indonesia memiliki luas tanaman kelapa mencapai 3,76 juta hektar. Struktur morfologi serat kelapa juga dapat digunakan untuk membuat *reinforced fiber*, sebuah komposit yang kuat dan elastis.

Sabut kelapa merupakan bahan berlignoselulosa yang mengandung lignin 29,23% yang berfungsi sebagai pengikat

[2]. Dalam pembuatan genteng komposit membutuhkan matrik polimer. Jenis polimer yang gunakan berasal dari limbah plastik yang ada. Sampah plastik yang banyak dipasaran yaitu jenis HDPE (*Hight Density Polietilen*). Polietilena dengan kerapatan tinggi (HDPE) memiliki rantai yang tidak bercabang. Sedikit cabang mengakibatkan molekul untuk saling mendekat satu sama lain pada bentuk yang teratur seperti yang sering dijumpai ada bentuk kristalin. Karena molekul berdekatan satu sama lain, gaya dispersi menjadi lebih efektif, dan karenanya plastik relatif lebih kuat dan memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibanding (LDPE) polietilena dengan kerapatan rendah [3]. Limbah HDPE sangat susah untuk didaurulang sehingga pengolahan limbah ini harus dilakukan secara benar. Pemanfaatan bahan-bahan limbah HDPE merupakan salah satu cara untuk meminimalisir limbah tersebut. Pada penelitian sebelumnya, pembuatan genteng komposit polimer menggunakan serat sintetik, menghasilkan nilai kekuatan tarik 165,62 Mpa [4]. Sementara itu berdasarkan penelitian [5], Genteng komposit polimer ini dapat dibuat dari ampas tebu dengan penambahan agregat pasir dan aspal menghasilkan kekuatan dampak 129,8 J/m² dan kuat lentur 11840 N/m². Dan pada penelitian yang lainnya membuat dan mengkarakterisasi genteng komposit polimer dari campuran resin polyester, aspal, styrofoam bekas dan serat panjang ijuk karakteristik optimum yang diperoleh dari penelitian adalah pada fraksi

berat dengan komposisi polyester : aspal : styrofoam bekas : pasir : serat ijuk dicapai nilai maksimumnya pada persentase (29:5:1:61:4) yaitu dengan nilai kerapatan 1760 kg/m^3 , daya serap air 0,87%, kekuatan tarik sebesar 7,7 MPa, kekuatan lentur sebesar 22,60 MPa, kekuatan impak sebesar 18 kJ/m^2 [6].

Serta penelitian yang memanfaatkan Limbah LDPE dan Serat Pendek Sabut Kelapa dengan Campuran Aspal dan Pasir Dalam Pembuatan Genteng Komposit Polimer, menghasilkan nilai kerapatan 1239 kg/m^3 mendekati nilai genteng komersil yaitu 1500 kg/m^3 , daya serap air 0,1% lebih kecil dari daya serap air genteng komersil sebesar 0,6%, kekuatan tarik 1,99 MPa, kekuatan lentur 8,96 MPa mendekati nilai kuat lentur genteng komersil sebesar 10 MPa, kekuatan impak 24 kJ/m^2 [7].

Dan penelitian tentang membuat dan mengkarakterisasi genteng komposit polimer dari campuran resin polipropilen, aspal, pasir dan serat panjang sabut kelapa. Hasil maksimumnya diperoleh pada komposisi pasir : serat sabut kelapa 77:3 dengan nilai kekuatan lentur sebesar 13,08 MPa, kekuatan impak sebesar 20 kJ/m^2 , kerapatan 1590 kg/m^3 , daya serap air 1,69 % [8].

Banyak nya hasil penelitian mengenai pembuatan genteng komposit polimer ini menunjukkan semakin banyaknya kepedulian peneliti dalam mengembangkan kebutuhan genteng. Penelitian lainnya pemanfaatan abu boiler kelapa sawit dan serat banang karet ban bekas yang diperkuat aspal digunakan sebagai bahan pembuatan genteng komposit polimer ini, nilai kekuatan impak yang dihasilkan adalah $77,68 \text{ kJ/m}^2$ dan kuat lentur 19,373 Mpa [9].

Dari beberapa penelitian yang telah diuraikan di atas, belum terlihat ada penelitian yang menggunakan serat alam berupa serat pendek sabut kelapa sebagai penguat dan penggunaan limbah HDPE sebagai resin dalam pembuatan genteng polimer, pemilihan serat alam untuk menggantikan serat sintetis mempunyai beberapa keuntungan diantaranya dapat menghasilkan produk yang ramah lingkungan, mudah didapat dan lebih murah serta penggunaan limbah HDPE untuk mengurangi penumpukan sampah dan juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Maka perlu dilakukan penelitian dengan menggabungkan serat panjang sabut kelapa dengan limbah HDPE. Pada penggabungan bahan tersebut digunakan aspal bahan pengisi dan pasir sebagai agregat. Variasi komposisi terdiri dari aspal, HDPE, pasir dan serat panjang sabut kelapa (SSK) untuk mendapatkan komposisi genteng dengan kualitas SNI melalui uji sifat mekanik genteng komposit polimer yaitu uji lentur dan uji impak.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Peralatan dan Bahan

Alat-alat yang digunakan berupa beaker glass 500 ml, ayakan, spatula, neraca analitik, hot plate, cetakan, elektronik System Universal Tensile Machine Type SC-2DE dan Aluminium Foil. Bahan-bahan yang digunakan: AspalRetona blend 55, limbah HDPE, Pasir (ukuran no.8), Serat sabut kelapa, detergen dan air bersih (aquades).

2.2 Persiapan Bahan

2.2.1 Persiapan SSK

SSK yang digunakan adalah serat panjang dengan perlakuan sebagai berikut :

- Sabut kelapa yang utuh dipotong membujur
- Sabut kelapa direndam dengan aquadest untuk

membersihkan serat dari serbuk selama 7 hari.

- Melunakkan sabut dengan cara memukul sabut dengan palu.
- Mengeringkan serat secara alami dengan cara menjemur serat di panas matahari selama 2 hari.
- Memilih serat dengan panjang 160 mm untuk disusun sejajar.
- Memotong serat dengan panjang 15 cm untuk serat susunan sejajar (serat panjang).

2.2.2. Perlakuan Terhadap HDPE Daur Ulang

HDPE daur ulang dipersiapkan melalui beberapa tahapan berikut:

- Mendapatkan HDPE.
- Membersihkan limbah HDPE dengan menggunakan air dicampur detergen, dibasuh dengan air lalu dikeringkan di bawah sinar matahari.
- Memotong HDPE daur ulang dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm.
- Mencampur HDPE dengan xylene dan mereflux pada suhu 170°C dan menjadi HDPE cair kemudian dikeringkan dalam lemari asam 3 hari (HDPE kering).
- Menggiling HDPE kering menjadi serbuk siap pakai.

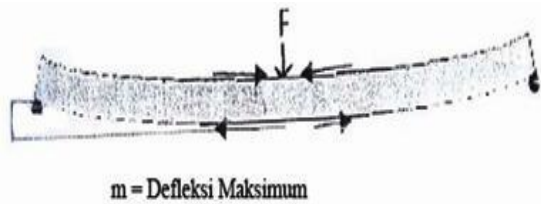
B. Pembuatan Sampel

Menimbang serat sabut kelapa sesuai dengan komposisi masing-masing sampel. Menimbang pasir sesuai dengan komposisi masing-masing sampel. Menimbang aspal sesuai dengan komposisi masing-masing sampel. Memasukkan Aspal kedalam *beaker glass* dan dipanaskan dengan suhu 100°C . Menambahkan HDPE kedalam aspal (sesuai komposisi masing-masing) sambil diaduk selama 5 menit. Menambahkan pasir kedalam campuran secara perlahan sambil diaduk pada temperature yang sama selama 10 menit. Memasukkan campuran kedalam ekstruder pada pada suhu 160°C . Memasukkan setengah hasil ekstruksi kedalam cetakan yang sudah dilapisi aluminium foil. Menyusun serat (15 cm) secara horizontal atau sejajar. Memasukkan susunan serat keatas cetakan (diatas cetakan yang sudah dimasukkan hasil ekstruksi sebelumnya). Memasukkan setengah lagi hasil ekstruksi keatas cetakan kembali. Melakukan pengepresan pada tekanan 38 atm dan suhu 150°C selama 30 menit. Melakukan pengeringan hasil pengepresan selama 1 hari, untuk menjadi lembaran genteng.

C. Pengujian Sampel

1) Kekuatan lentur

Sampel uji berbentuk persegi panjang disesuaikan dengan standar ASTM D-790. Pengujian kekuatan lentur (UFS) dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan polimer terhadap pembebanan. Beban digantungkan pada beban dan span diletakkan di atas piringan besi. Jarak span diatur 0,08 m satu sama lain dan sampel diletakkan di tengah-tengah span. Skala pembebanan maksimum diberi sebesar 100 kgf dan kecepatan 50 mm/menit. Sampel uji kuat lentur tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini ;



Gambar 1 Bentuk dan ukuran sampel pada pengujian kuat lentur[10]

Pengujian kekuatan lentur berdasarkan ASTM D-790 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut ini:

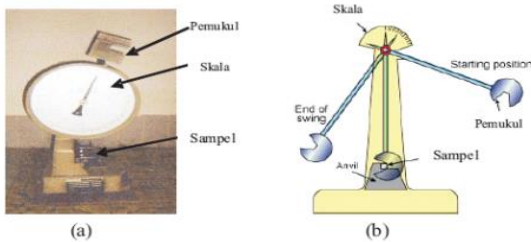
$$UFS (\sigma) = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

Dimana :

- UFS (σ) = Kuat lentur (Pa)
- P = Load (beban), N
- L = Jarak span (m)
- b = Lebar sampel (m)
- d = Tebal sampel (m)

2) Kekuatan Impak

Kekuatan material terhadap beban kejut dapat diketahui dengan cara melakukan uji impak. Untuk lebih jelasnya alat uji kuat impat serta simulasinya dapat dilihat Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. (a) Alat Uji Impak (b) Simulasi Alat Uji Impak[10]

Pengujian impak ini dilakukan untuk mengetahui ketangguhan sampel terhadap pembebanan dinamis. Sampel uji berbentuk persegi panjang dengan standar ASTM D-256 Prinsip pengujian impak ini adalah menghitung energi yang diberikan beban dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen. kekuatan impak yang dihasilkan (I_s) merupakan perbandingan antara energy serap (E_s) dengan luas penampang (A). Kekuatan impak dapat dihitung dengan persamaan 2 berikut ini :

$$I_s = \frac{E_s}{A} \quad (2)$$

dengan:

- I_s = Kekuatan impak (kJ/m^2)
- E_s = Energi serap (J)
- A = Luas permukaan (m^2)

2.4.3.Uji Fisis

Penguji uji sifat fisis meliputi uji kerapatan dari sampel dan uji daya serap air pada sampel

3) a. Kerapatan

Pengujian kerapatan dilakukan pada kondisi kering udara dan volume kering udara, sampel ditimbang beratnya lalu diukur rata-rata panjang, lebar dan tebal untuk menentukan volumenya. Rumus yang digunakan [11]:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Dimana:

- ρ = kerapatan (kg/m^3)
- m = massa (kg)

v = volume (m^3)

b. Daya Serap Air

Pori-pori yang terjadi pada sampel dapat menjadi *reservoir* air bebas di dalam agregat. Presentase berat air yang mampu diserap agregat dan serat di dalam air disebut daya serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat dan serat disebut kadar air. Pengujian daya serap air (*Water absorption*) pada masing-masing sampel dapat dilakukan dengan cara menimbang massa kering sampel dan massa basah. Massa kering adalah massa pada saat sampel dalam keadaan kering, dan massa basah diperoleh setelah sampel mengalami perendaman selama 24 jam pada suhu kamar.

Untuk mendapatkan nilai penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Archimedes* sebagai berikut :

$$\text{Daya serap air} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (4)$$

dengan:

- M_b = Massa sampel dalam keadaan basah (kg)
- M_k = Massa sampel dalam keadaan kering (kg)

Prosedur pengujian daya serap air ini mengacu pada ASTM C-20-00-2005. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan besarnya persentase air yang terserap oleh sampel yang direndam dengan perendaman selama 24 jam.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Mekanik dari genteng komposit polimer ini ditentukan dari beberapa hasil uji:

A. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Kuat lentur merupakan kemampuan benda terhadap pembebanan maksimum persatuan luas. Kuat lentur dihitung dengan menggunakan persamaan 1. Hasil yang didapat dari pengujian kekuatan lentur diperlihatkan pada tabel 1.

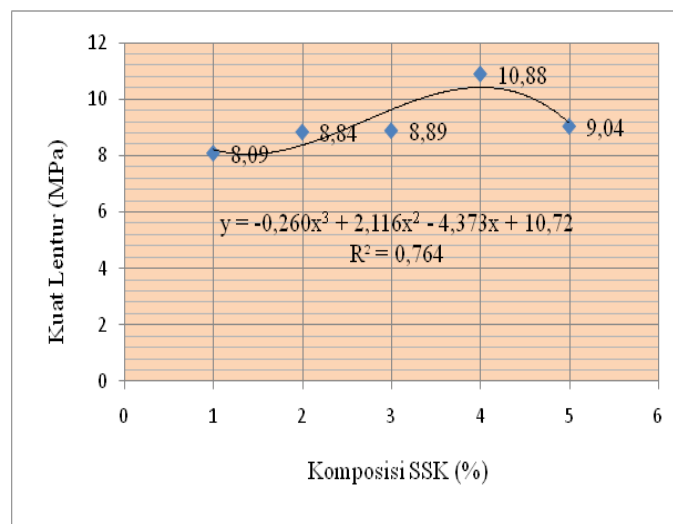
TABEL I
HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR

No Sampel	Komposisi (%)	Kuat Lentur rata-rata (Mpa)
	(Limbah HDPE : Aspal: Pasir: Serat Panjang Sabut Kelapa	
1	(30: 5: 65: 0)	8,09
2	(30: 5: 64: 1)	8,84
3	(30: 5: 63: 2)	8,89
4	(30: 5: 62: 3)	10,88
5	(30: 5: 61: 4)	9,04

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan kuat lentur. Nilai kuat lentur yang paling maksimum berada pada sampel 4 sebesar 10,88 MPa dan nilai kuat lentur terendah diperoleh pada sampel 1 yaitu 8,09 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa resin sebagai matriks mampu mengikat serat yang masuk dengan sempurna, sehingga serat dalam matriks akan memiliki ikatan yang kuat dengan matriksnya. Hal ini membuktikan keberadaan serat dapat menambah kekuatan lentur material komposit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari Gambar 3. Pada gambar tersebut hasil pengujian beban lentur genteng komposit polimer memperlihatkan bahwa semakin besar persentase penambahan serat panjang sabut

kelapa dan pengurangan pasir yang diberikan, semakin besar beban lentur genteng komposit polimer yang dihasilkan. Hal ini membuktikan bahwa genteng komposit polimer yang dibuat dengan penambahan serat pendek sabut kelapa sebagai penguat dan pengurangan pasir akan menghasilkan genteng komposit polimer yang memiliki beban lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan genteng komposit polimer tanpa tambahan serat panjang sabut kelapa.

Hubungan antara komposisi SSK terhadap kuat lentur genteng komposit polimer terlihat pada Gambar 3. Grafik Pengujian Kuat lentur



Gambar 3. Grafik hubungan komposisi pasir dan serat sabut kelapa terhadap uji kuat lentur

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa penambahan komposisi serat cenderung meningkatkan kekuatan lentur. Pada sampel 1 diperoleh hasil uji spesimen kuat lentur sebesar 8,09MPa. Dengan bertambahnya jumlah serat untuk sampel 2 sampai sampel 4 kekuatan lentur semakin meningkat. Hal ini berarti keberadaan serat dapat menambah kekuatan lentur material komposit. Tetapi berbeda halnya untuk sampel 5, dimana penambahan SSK sebesar 4% mengalami penurunan kekuatan, hal ini dikarena berkurangnya penguatan ikatan elemen-elemen SSK. Penggunaan SSK dalam jumlah yang banyak membuat ikatan antar muka serat dan matrik menjadi lemah sehingga terlepasnya ikatan antara serat dan matrik.

Berdasarkan kuat lentur genteng komersil, besar kuat lenturnya 10 Mpa, dari hasil penelitian ini didapat kuat lentur terbesar 10,88 Mpa

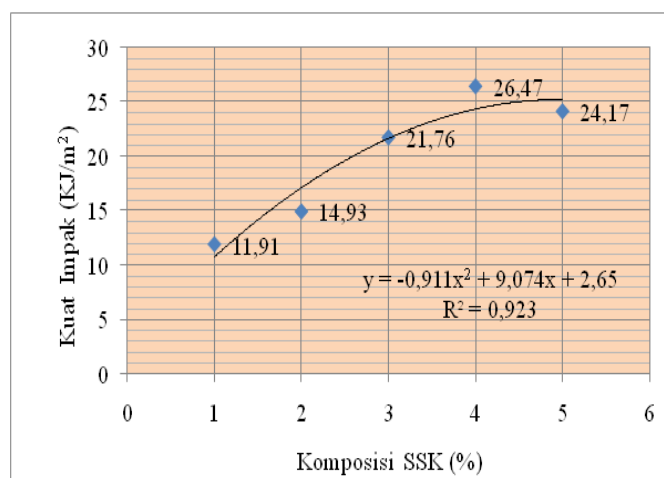
B. Hasil Pengujian Kuat Impak

Pengujian kekuatan impact ini bertujuan untuk menentukan ketangguhan sampel terhadap pembebanan dinamis. Metode impact ini disesuaikan dengan model Charpy, dimana sampel dalam bentuk tertidur dengan ukuran yang telah ditentukan, dengan kedua ujung sampel diletakkan pada penumpu lalu melepaskan beban dinamis dengan tiba-tiba menuju sampel. Perhitungan pada kuat impact menggunakan persamaan 2. Hasil yang didapat dari pengujian kekuatan impact diperlihatkan pada Tabel 2.

TABEL II
PENGJIAN HASIL KUAT IMPAK

No Sampel	Komposisi (%)	Kuat Impak rata-rata (KJ/m ²)
	(Limbah HDPE : Aspal: Pasir: Serat Panjang Sabut Kelapa	
1	(30: 5: 65: 0)	11.91
2	(30: 5: 64: 1)	14.93
3	(30: 5: 63: 2)	21.76
4	(30: 5: 62: 3)	26.47
5	(30: 5: 61: 4)	24.17

Berdasarkan Tabel 2. hasil pengujian kuat impact pada sampel 1 merupakan nilai kegetasan yang paling kecil yaitu 11,91 KJ/m². Komposisi ini hanya terdapat matrik sebagai pengikat agregat pasir tetapi tanpa serat yang berfungsi sebagai penahan gaya yang efektif. Kuat impact yang terbesar ada pada sampel 4 dengan yaitu 26,47 KJ/m². Hasil yang diperoleh lebih tinggi dari nilai kuat impact yang dihasilkan pada penelitian [12] sebesar 2 J/cm². Nilai komposisi matrik tetap maka partikel-partikel antara agregat akan terikat satu sama lain oleh aspal dan HDPE dengan baik sesuai dengan fungsi aspal dan HDPE sebagai bahan pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan HDPE dengan agregat pasir sebagai bahan pengisi untuk mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori yang ada antara agregat itu sendiri, sehingga terjadi penguatan ikatan antara matrik dan serat. Gambar 4. hasil pengujian kuat impact



Gambar 4. Grafik hubungan komposisi Pasir dan SSK terhadap uji impact

Berdasarkan Gambar 4. Penambahan komposisi serat dapat memperbesar kekuatan impact, hal ini sesuai dengan fungsi keberadaan serat sebagai penguat atau penahan beban. Seiring penambahan komposisi serat dan penguranga pasir maka kekuatan impact semakin meningkat, hal ini sesuai dengan fungsi keberadaan serat sebagai penguat atau penahan gaya dan pasir sebagai agregat sebagai material perkerasan yang memikul beban dan daya tahan terhadap cuaca.

Pada sampel 4 didapat nilai impact yang tertinggi sebesar 26,47 KJ/m². Ini terjadi pada saat penambahan serat 3% maka dengan nilai komposisi matrik tetap maka partikel-partikel antar agregat akan terikat satu sama lain oleh aspal dengan baik sesuai dengan fungsi aspal sebagai bahan pengikat yang memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat pasir.

serta sebagai bahan pengisi untuk mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori yang ada antara agregat itu sendiri, sehingga terjadi penguatan ikatan antara matrik dan serat.

Tetapi pada sampel 5 terjadi penurunan kekuatan impaknya karena pada komposisi ini dengan bertambahnya serat dan berkurangnya pasir sementara nilai matrik tetap maka ikatan antarmatrik dan SSKmulai melemah karena keberadaan serat yang sudah mendominasi sementara komposisi matrik tidak berubah sehingga berkurangnya ikatan antara matrik dan serat Kurangnya ikatan ini mengakibatkan banyak serat yang terlepas dari matrik (*debonding*). Adanya kecenderungan tidak adanya elemen-elemen penguat ketika terjadinya penambahan serat.

C. Hasil Uji Kerapatan

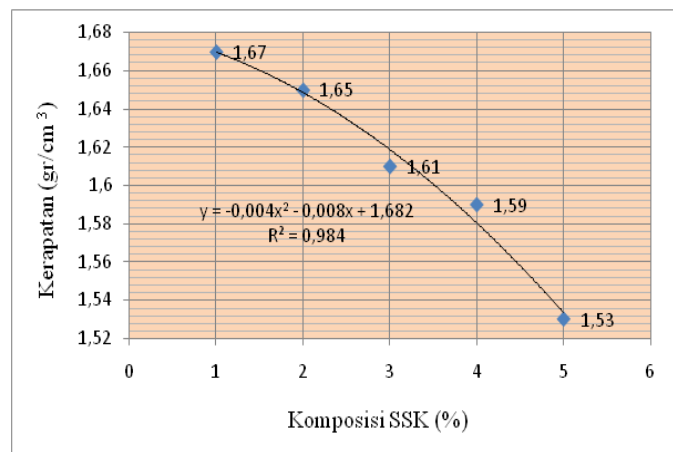
Kerapatan atau massa jenis adalah perbandingan massa terhadap volumenya atau banyaknya massa zat per satuan volume. Kerapatan ini merupakan salah satu sifat fisis yang sangat berpengaruh terhadap kualitas genteng.

Data hasil pengujian kerapatan dihitung dengan menggunakan persamaan 1 Nilai kerapatan rata-rata ditampilkan pada Tabel 3 berikut ini:

TABEL III
NILAI RATA-RATA KERAPATAN

No Sampel	Komposisi (%)	Kerapatan rata-rata g/cm ³
	(Limbah HDPE : Aspal: Pasir: Serat Panjang Sabut Kelapa	
1	(30: 5: 65: 0)	1,67
2	(30: 5: 64: 1)	1,65
3	(30: 5: 63: 2)	1,61
4	(30: 5: 62: 3)	1,59
5	(30: 5: 61: 4)	1,53

Berdasarkan tabel 3. diperoleh hasil pengujian kerapatan yang menunjukkan menunjukkan nilai kerapatan tertinggi diperoleh pada sampel 1 yaitu tanpa penambahan serat panjang SSK yang memiliki nilai kerapatan sampai 1,67 kg/m³. Sedangkan nilai kerapatan yang terendah terdapat pada sampel 5 sebesar 1,53 gram/cm³. Hubungan antara kerapatan dan variasi komposisi dapat dilihat pada Gambar 5 :



Gambar 5. Grafik hubungan antara kerapatan dan komposisi serat pendek sabut kelapa.

Gambar 5. menunjukkan bahwa keberadaan serat panjang SSK mempengaruhi nilai kerapatannya, diantaranya nilai kerapatan yang terendah terdapat pada sampel 5 dengan komposisi 61 :4 sebesar 1,53 gram/cm³, sedangkan nilai kerapatan tertinggi didapat pada sampel 1 dengan komposisi 65 : 0 sebesar 1,67 gram/cm³. Nilai kerapatan dipengaruhi oleh fraksi volume sampel, terjadinya penurunan kerapatan seiring dengan pengurangan berat pasir dan penambahan berat SSK mengakibatkan penambahan fraksi volume, hal ini karena perbedaan kerapatan pasir dan serat, dengan massa yang sama antara pasir dan SSK tetapi volume keduanya berbeda sehingga dengan pengurangan pasir dan penambahan SSK dalam fraksi berat yang sama dapat menambah volume genteng komposit polimer yang dihasilkan, dan ini akan mempengaruhi nilai kerapatan genteng ini. Semakin besar volume yang dihasilkan maka nilai kerapatan akan semakin kecil.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan penambahan SSK dapat memperbaiki sifat fisis genteng komposit polimer yang dihasilkan, namun jika serat yang digunakan sudah melebihi batas kemampuan mengikat matrik terhadap serat maka komposit yang dihasilkan akan rusak. Hasil penelitian disini nilai kerapatan berkisar 1,53 gm/cm³ – 1,67gm/cm³. Hasil dari beberapa penelitian terdahulu yaitu peran serat TKKS (Tandan Kosong Kelapa sawit) dan HDPE (*High Density Polyetilena* sebagai aplikasi genteng komposit polimer memiliki kerapatan sebesar 1,52 g/cm³ [13]. Sementara penggunaan serat panjang sabut kelapa (SSK) yang menggunakan polipropilen untuk genteng ini memiliki kerapatan 1,59 g/cm³ [8].

D. Hasil Pengujian Daya serap Air

Daya serap air menunjukkan besarnya persentase air yang terserap oleh sampel yang direndam dengan perendaman selama 24 jam. Air yang masuk terdiri dari air yang langsung masuk melalui rongga-rongga kosong di dalam sampel dan air yang masuk ke dalam partikel-partikel penyusun[13]. Tujuan untuk melihat ketahanan genteng komposit polimer terhadap pengaruh cuaca jika digunakan untuk penggunaan atap rumah. Genteng yang ideal adalah genteng yang memiliki daya serap air yang minimum sesuai dengan fungsi genteng untuk melindungi bangunan dari guyuran hujan. Perhitungan daya serap air menggunakan persamaan 2 Hasil yang didapat dari pengujian daya serap air diperlihatkan pada tabel 4.

TABEL IV
NILAI RATA-RATA DAYA SERAP AIR GENTENG KOMPOSIT POLIMER

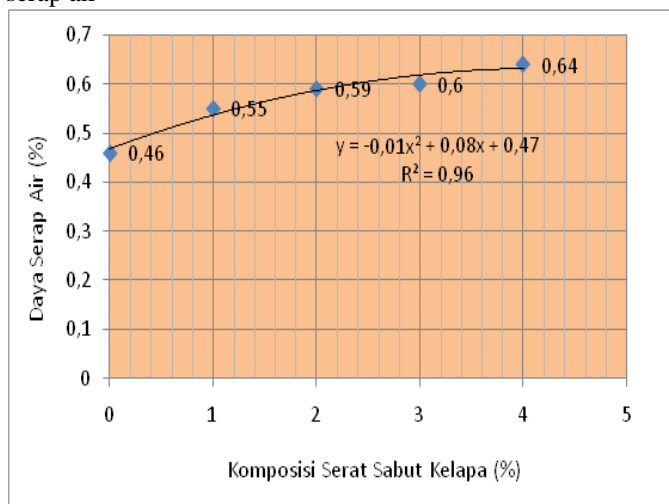
No Sampel	Komposisi (%)	Daya serap air rata-rata (%)
	(Limbah HDPE : Aspal: Pasir: Serat Panjang Sabut Kelapa	
1	(30: 5: 65: 0)	0,46
2	(30: 5: 64: 1)	0,55
3	(30: 5: 63: 2)	0,59
4	(30: 5: 62: 3)	0,60
5	(30: 5: 61: 4)	0,64

Daya serap air sampel yang dihasilkan berkisar antara 0,46 % untuk komposisi tanpa serat pada sampel 1 sampai dengan 0,64 % untuk sampel 5.

Hasil penelitian menunjukkan kadar air terendah terjadi pada sampel 1 komposisi campuran tanpa serat, karena sampel tanpa SSK ini hanya terdapat matrik aspal dan HDPE sebesar masing-masing 30%. Dimana efektifitas penggunaan HDPE sebagai matrik cukup baik, hal ini dikarenakan sifatnya yang *hidrofobik*, sehingga genteng komposit polimer ini tidak mudah menyerap air dari lingkungannya. Banyaknya kandungan air dalam kandungan aspal cenderung mengurangi daya tahan campuran aspal karena menyebabkan erosi. Sehingga dengan ditambahkan bahan HDPE, persentase daya serap air menjadi lebih kecil. Ketiadaan serat juga menyebabkan ikatan matrik dan agregat pasir menjadi homogen sehingga cacat yang terbentuk relatif rendah dibandingkan dengan komposit yang menggunakan serat.

Daya serap air tertinggi ada pada sampel 5 dengan komposisi 61 : 4, keberadaan SSK yang bersifat *hidrofilik* yaitu bahan yang cenderung menyerap air, oleh karena itu dengan kenaikan persentase SSK akan mengakibatkan semakin banyaknya air yang terkandung di dalam sampel selama proses pembuatannya. Daya serap air meningkat seiring dengan penambahan persen berat SSK, hal ini terjadi karena serat merupakan agregat ringan yang mempunyai banyak pori, sehingga persen daya serap air lebih besar dari daya serap air tanpa serat. Dari Gambar 6. dapat dilihat bahwa daya serap air meningkat seiring dengan bertambahnya serat. Nilai kerapatan berpengaruh terhadap daya serap air, semakin besar nilai kerapatan maka daya serap air akan semakin kecil.

Hubungan antara komposisi SSK terhadap daya serap air genteng komposit polimer terlihat pada Gambar 6. Uji daya serap air



Gambar 6. Grafik hubungan komposisi SSK terhadap nilai daya serap air genteng komposit polimer

Saat ini Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) 7711.1.2012 daya serap airnya sebesar 0,6%, maka genteng komposit polimer yang dibuat dalam penelitian ini sudah sama dengan nilai tersebut yaitu 0,6% pada sampel 4. Daya serap air meningkat seiring pertambahan persentase SSK, hal ini disebabkan oleh penggunaan serat yang terlalu banyak, lemahnya ikatan serat dan matrik dan ketidak homogenan campuran mengakibatkan terjadinya cacat pada komposit yang dihasilkan, selain permukaan komposit yang tidak merata juga dapat membentuk banyaknya pori di dalam material komposit, Pori-pori yang terjadi pada sampel dapat menjadi reservoir air bebas didalam agregat. Secara teori daya serap air minimum ada pada sampel 1 komposisi tanpa SSK sebesar 0,46%. Hasil penelitian ini memiliki nilai regresi

sebesar 0,96 tingkat penyebaran data tersebar secara merata dapat dikatakan pengaruh variabel bebas (daya serap air) terhadap variabel terikat (komposisi serat) adalah besar. Berarti model yang digunakan baik untuk menjelaskan pengaruh variabel tersebut.

IV. KESIMPULAN

Dari uji sifat mekanik pada genteng komposit polimer, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Persentasi komposisi pembuatan genteng komposit polimer pasir, serat panjang sabut kelapa, HDPE dan aspal yang memenuhi pembuatannya adalah (62:3:30:5).
2. Sifat fisis dari genteng komposit polimer dapat dilihat dari hasil pengujian nilai kerapatan yang mendekati genteng komersil terdapat pada sampel 4 (62 :3) dan 5 (61:2) sebesar 1,59 gr/cm³ dan 1,53 gr/cm³ nilai kerapatan genteng komersil 1,5 gr/cm³, nilai daya serap air minimum sebesar 0,46% berada pada sampel 1 (65:0) sementara sampel 4 (62:3) daya serap air sebesar 0,6% sama dengan genteng komersil sebesar 0,6%. Pada uji mekanik didapat nilai kekuatan lentur dan dampak optimum berada pada sampel 4 (62:3) sebesar masing-masing 10,88 Mpa dan 26,47 KJ/m².

REFERENSI

- [1] E. V. I. C. S., "Ijuk Serat Pendek Sebagai Perisai Radiasi Neutron," 2008.
- [2] K. Syamsu, R. Puspitasari, and H. Roliadi, "Khaswar Syamsu 1) , Renny Puspitasari 1) , Han Roliadi 2) 1)----," vol. 1, no. 2, pp. 118–125, 2012.
- [3] F. On and T. H. E. Mechanical, "Pengaruh Filler Pcc (Precipitated Calcium Carbonate) Terhadap Sifat Mekanik , Elektrik , Termal Dan Morfologi Dari Komposit Hdpe / Pcc (The Effect Of Pcc (Precipitated Calcium Carbonate) Filler On The Mechanical , Electrical , Thermal," pp. 35–43, 2012.
- [4] N. Aisah, S. Darmasetiawan, Hanedi, and A. K. Karo, "Pembuatan Komposit Polimer Berpenguat Serat Sintetik Untuk Bahan Genteng," vol. 5, pp. 1–8, 2004.
- [5] F. Fauzi, S. Khanifa, J. Fisika, and U. S. Utara, "Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Limbah Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum) Sebagai Bahan Baku," vol. 2, no. November, pp. 61–74, 2016.
- [6] P. D. A. N. Karakterisasi, "Genteng Komposit Polimer Dari Campuran Resin Poliester , Aspal , Styrofoam Bekas Dan Serat Panjang Ijuk Tesis Oleh Suryati Program Pascasarjana Universitas Sumatera Utara," 2012.
- [7] E. Yusniyanti, "Pemanfaatan Limbah LDPE dan Serat Pendek Sabut Kelapa dengan Campuran Aspal dan Pasir Dalam Pembuatan Genteng Komposit Polimer," *J. Mater. dan Teknol.*, vol. Vol. 1, No, no. 2338–6444, pp. 1–9.
- [8] Milawami, "Universitas sumatera utara m e d a n 2 0 1 2."
- [9] A. Maghfirah, A. D. Sembiring, D. Fisika, and U. Sumatera, "Preparation And Characterization Of Polymer Composite Tile Based On Boiler Ash Waste From Palm Oil Industry And Fiber From Waste Tire Reinforced," vol. 2, no. 1, pp. 8–14, 2018.
- [10] I. Husna, *Pemanfaatan Serbuk Ban Bekas dan Styrofoam Dalam Campuran Aspal Untuk Pembuatan Genteng Polimer*. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [11] J. I. Standart, *Japanese Industrial for Particleboard (JIS A 5908:2003)*. Jepang: Japanese Standard Association, 2003.
- [12] Milawami, "Pengaruh variasi komposisi Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Mekanik Bahan Genteng Komposit Polimer," *PORTAL*, vol. 5 No 1, p. halaman 8, 2013.
- [13] I. A. SIMANJUNTAK, "Jurnal Material dan Teknologi," vol. 1, no. 1, pp. 13–22, 2013.