

STUDI KARAKTERISTIK KEKUATAN TARIK DAN HARGA IMPAK MATERIAL POLYMERIC FOAM SANDWICH PANELS KOMPOSIT DENGAN VARIASI PERLAKUAN SERAT TANDAN KOSONG SAWIT

Ridho Zarli Rahmat¹, Muftil Badri²

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

[1ridhozharli@gmail.com](mailto:ridhozharli@gmail.com), [2muftilbadri@yahoo.com](mailto:muftilbadri@yahoo.com)

Abstract

This study refers to the characteristic studies of tensile strength and impact rates of polymeric foam materials composite sandwich panels and variations in the treatment of empty palm bunch fibers. This research is done by making specimen with different fiber treatment which then will be tested tensile strength and impact price to be analyzed. The results of the analysis in the study will be evaluated and compared each other. The purpose of this research is to obtain a board that can absorb impact energy and which has tensile strength. In the manufacture of sandwich panels specimen is done by varying the boiling of fiber, fiber counting and long fiber counting. The composite obtained is a plate with a thickness of 3 mm. The number of specimens made was 42 specimens. Composite specimens with TKS fiber boiling treatment in aquades with enumeration (counting) does not affect the value of the ultimate tensile strength, but increasing the value of the impact price and decreasing as the enumeration took place. Composite specimens with TKS fiber immersion treatment in NaOH solution with enumeration decreased the value of the ultimate tensile strength during the enumeration time, but did not affect the value of the impact price. Composite specimens with TKS fiber boiling treatment with enumeration did not affect the value of ultimate tensile strength and composite impact price.

Keywords : *Ploymeric Foam, Fiber treatment, Sandwich Panels, Empety palm bunch fibers.*

1. Pendahuluan

Industri interior pada sekarang ini semakin berkembang, salah satu interior yang digunakan pada bagian jendela dan pintu. Material yang sering digunakan pada interior ini adalah kayu, semakin langka dan mahalnya harga kayu yang digunakan untuk membuat interior karena itu dibutuhkan material alternatif yang digunakan dalam pembuatan interior ini.

Riau merupakan provinsi dengan perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan luas lahan perkebunan kelapa sawit sekitar 2,3 Juta Ha [1]. Selain menghasilkan buah kelapa sawit sebagai produk utama perkebunan kelapa sawit, juga dihasilkan limbah tandan kosong dan cangkang sawit yang melimpah juga. Diperkirakan kebun kelapa sawit di Riau menghasilkan 1099,3 ton limbah padat (serat dan cangkang) per hari [2]. Pemanfaatan limbah pada kelapa sawit pada umumnya berupa pupuk kompos, papan partikel, arang, karbon aktif, dan juga material bakar boiler pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) [1]. Tandan Kosong Sawit (TKS) berpotensi dimanfaatkan

sebagai penguat alam pada matriks komposit. Komposit TKS terdiri dari serat tandan kosong kelapa sawit dan matriks.

Susunan *sandwich* material berongga (*foam*) mampu meningkatkan penyerapan energi impact struktur. Struktur dan desain material berongga memiliki potensi sebagai peredam beban impact. Struktur papan berlapis dengan material berongga. Desain struktur papan berlapis menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap penyerapan energi impact [3]. Material penyerap energi impact. Desain struktur material berongga sangat berpengaruh untuk menyerap energi impact [4]. *Polymeric foam* efektif mampu menyerap energi impact. Desain produk material *polymeric foam* memiliki kestabilan struktur jika dikenai beban impact [5]. Perbedaan massa jenis material *foam* pada struktur berlapis, menunjukkan bahwa material *foam* dengan massa jenis yang lebih rendah mampu menyerap energi lebih baik [6].

Perlakuan pada serat berguna untuk meningkatkan kekuatan material komposit. Perebusan serat sabut kelapa dengan NaOH selama 2 jam meningkatkan kekuatan tarik lebih dari

perebusan selama 1 jam dan 3 jam. Penelitian yang dilakukan dengan cara merendam serat sabut kelapa ke dalam NaOH 5% selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam berguna untuk menghilangkan lapisan lilin pada serabut kelapa. Hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik paling tinggi diperoleh pada komposit dengan perendaman serat sabut kelapa selama 2 jam [7].

Perlakuan serat TKS dengan perebusan air selama 30 menit memiliki serat dengan kemampuan ikat yang lebih daripada perendaman dengan NaOH. Penelitian yang dilakukan dengan peredaman NaOH 2% selama 30 menit, perebusan air selama 30 menit, dan perendaman dan perebusan NaOH 2% selama 30 menit. Dari penelitian diperoleh kesimpulan bahwa perebusan air selama 30 menit menghasilkan modulus geser dan modulus elastis paling tinggi dari pada perendaman NaOH 2% selama 30 menit dan perendaman dan perebusan NaOH 2% selama 30 menit [8].

Pencacahan serat TKS menggunakan cacah dapat meningkatkan konduktivitas elektrik pada komposit serat TKS. Penelitian dengan pecacahan serat TKS dengan variasi volume 0%, 5%, 10%, dan 15% untuk meningkatkan kekasaran TKS. Pencacahan dilakukan menghasilkan konduktivitas elektrik dan konduktivitas termal yang meningkat [9].

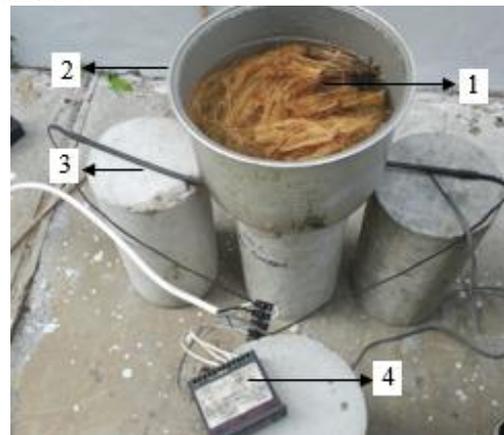
2. Bahan Dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pengujian alat dilakukan di Laboratorium Gambar Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau dan dilakukan pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengujian secara matematis. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Serat Tandan Kosong Sawit (TKS) sebagai *fiber* komposit.
2. Resin poliester sebagai matriks dari komposit.
3. Air aquades pada temperatur 50°C sebagai media perlakuan serat.
4. Larutan NaOH 5% sebagai media perlakuan serat.
5. Foam sebagai lapisan antar pelat komposit.
6. *Heater* sebagai alat pemanasan air aquades dan larutan NaOH 5%.
7. *Blender* sebagai alat pencacah serat..
8. Pompa vakum digunakan dalam menarik resin pada metode *Vacuum Assited Resin Infusion* (VARI).
9. Gerinda tangan digunakan pada proses pemotongan pelat komposit.
10. *Universal Hydrolic testing machine* alat uji kekuatan tarik komposit.

11. *Impak testing machine* alat uji dalam menentukan harga impak.

Penelitian ini membuat komposit dengan variasi perlakuan serat. Perlakuan serat yang dilakukan adalah perebusan serat di dalam aquades dengan temperatur 50°C selama 30 menit, perendaman di dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam, dan perebusan serat di dalam larutan NaOH 5% pada temperatur 50°C selama 30 menit. Proses perebusan serat pada temperature 50°C dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perebusan Serat.

Keterangan gambar.

1. Serat
2. Wadah perebusan
3. Heater
4. termostat

Serat yang telah dilakukan perebusan serat di dalam air aquades dilakukan pencacahan dengan kecepatan 1280 rpm dan 2580 rpm selama 1 menit, 2 menit, dan 3 menit. Pencacahan dilakukan untuk perlakuan serat perendaman di dalam larutan NaOH 5% dan perebusan NaOH 5%.

Serat yang telah dicacah dilakukan penjemuran serat di bawah sinar matahari. Penjemuran serat dilakukan hingga kadar air yang ada pada serat di bawah dari standar SNI 7652.3.2.2011 yaitu dibawah 13%. Proses penjemuran serat di bawah sinar matahari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penjemuran Serat.

Pembuatan komposit dilakukan dengan persentasi fraksi volume 80% matriks dan 20% serat. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$V_{\text{matrik}} = 80\% \cdot V_{\text{cetakan}}$$

$$V_{\text{matrik}} = 80\% \cdot (150 \text{ mm} \cdot 250 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm})$$

$$V_{\text{matrik}} = 80\% \cdot 187\,500 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{matrik}} = 150\,000 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{matrik}} = 150 \text{ mL}$$

$$V_{\text{serat}} = 20\% \cdot V_{\text{cetakan}}$$

$$V_{\text{serat}} = 20\% \cdot 187\,500 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{serat}} = 37\,500 \text{ mm}^3$$

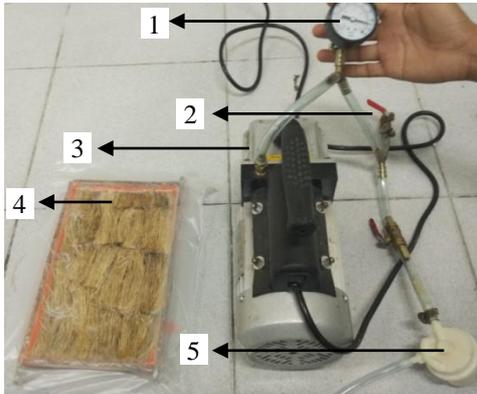
$$m_{\text{serat}} = V_{\text{serat}} \cdot \rho_{\text{serat}}$$

$$m_{\text{serat}} = 37\,500 \text{ mm}^3 \cdot 18 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{serat}} = 37\,500 \text{ mm}^3 \cdot 18 \times 10^{-6} \text{ gr/mm}^3$$

$$m_{\text{serat}} = 6,75 \text{ gr}$$

Proses pembuatan komposit menggunakan metode VARI pada tekanan 6 cmHg. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembuatan Komposit.

Keterangan gambar.

1. Manometer.
2. Katup (*gate valve*).
3. Pompa vakum.
4. Komposit cair.
5. Resin trap.

Setelah pelat komposit didapat, pelat akan digabungkan 3 bagian pelat dan dilapisi dengan foam. Selanjutnya pelat dilakukan pemotongan menggunakan gerinda tangan. Pemotongan pelat komposit dilakukan hingga didapatkan spesimen pengujian tarik dan impact.

Spesimen yang didapat sebanyak 21 spesimen untuk pengujian tarik dan 21 spesimen untuk pengujian impact. Pengujian tarik dan pengujian impact dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Riau.

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil yang didapat dari pengujian tarik berupa gaya tarik maksimum. Gaya tarik maksimum yang didapat dari pengujian diolah menjadi kekuatan tarik

maksimum. Kekuatan tarik maksimum dapat dicari dengan rumus. Berikut perhitungan spesimen dengan kondisi perlakuan perebusan serat didalam air aquades pada temperatur 50°C selama 30 menit tanpa dicacah.

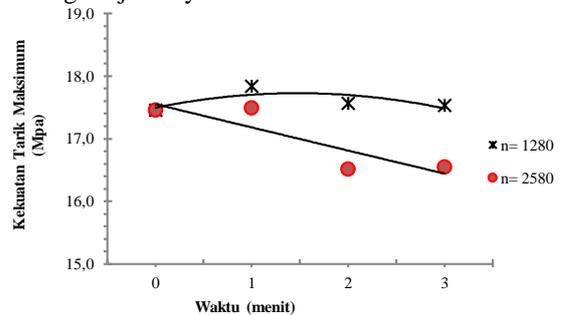
$$\sigma_T = F / A$$

$$\sigma_T = (1800 \text{ N}) / (103,15 \text{ mm}^2)$$

$$\sigma_T = 17,45 \text{ Mpa}$$

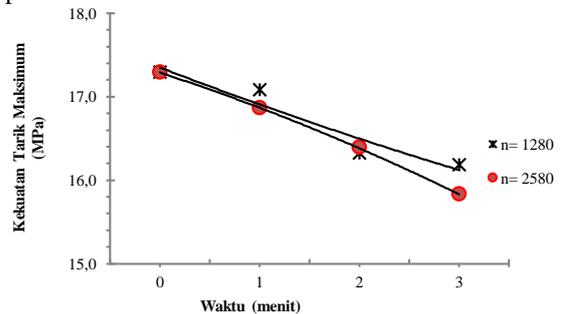
Kekuatan tarik maksimum yang didapat disatukan menjadi sebuah grafik. Grafik pengaruh waktu pencacahan terhadap kekuatan tarik maksimum pada masing masing kondisi perlakuan.

Dari grafik pada Gambar 4 menunjukkan kekuatan tarik maksimum pada kecepatan putaran 1280 rpm tidak mengalami peningkatan ataupun penurunan, sedangkan kecepatan putaran 2580 rpm mengalami penurunan kekuatan tarik maksimum seiring berjalannya waktu.



Gambar 4. Pengaruh waktu pencacahan terhadap kekuatan tarik pada kondisi perebusan didalam air aquades.

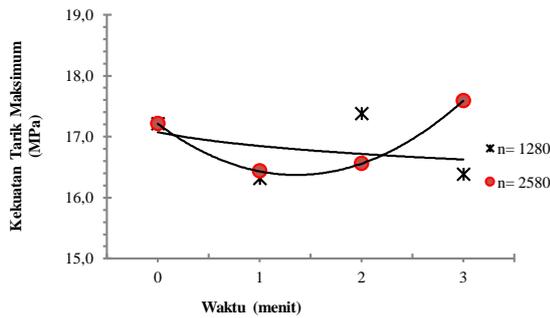
Grafik pada Gambar 5 dapat dilihat kekuatan tarik maksimum komposit pada kondisi perendaman serat TKS di dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm serat proses pencacahan serat menurunkan kekuatan tarik maksimum. Pada kecepatan putaran 2580 rpm kekuatan tarik maksimum mengalami penurunan



Gambar 5. Pengaruh waktu pencacahan terhadap kekuatan tarik pada kondisi perendaman didalam larutan NaOH.

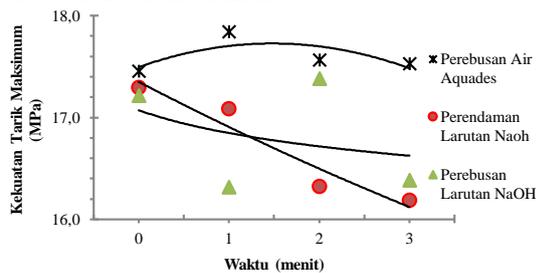
Grafik pada Gambar 6 dapat dilihat kekuatan tarik maksimum komposit pada kondisi perebusan serat dengan larutan NaOH 5% dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm serat tidak berpengaruh seiring berjalannya waktu. Pada

kecepatan putaran 2580 rpm kekuatan tarik maksimum mengalami penurunan lalu meningkat.



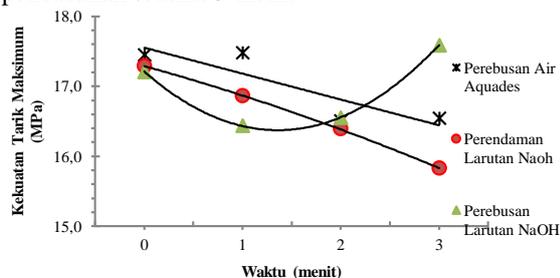
Gambar 6. Pengaruh waktu pencacahan terhadap kekuatan tarik pada kondisi perebusan didalam larutan NaOH.

Grafik pada Gambar 7 menunjukkan kekuatan tarik maksimum dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm dengan 3 kondisi perlakuan serat. Pada grafik dapat dilihat kekuatan tarik maksimum tertinggi pada kondisi proses perlakuan perebusan serat di dalam air aquades pada temperatur 50 °C selama 30 menit dengan pencacahan selama 1 menit.



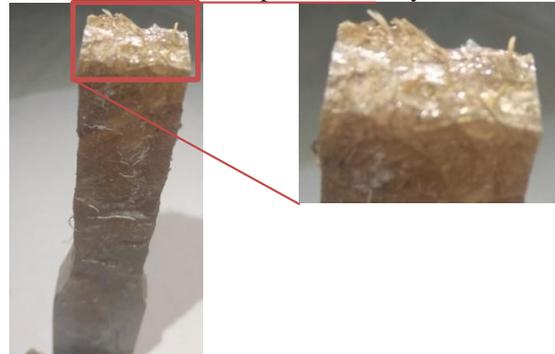
Gambar 7. Pengaruh waktu pencacahan terhadap kekuatan tarik pada kondisi pencacahan dengan kecepatan putaran 1280 rpm.

Grafik pada Gambar 8 menunjukkan kekuatan tarik maksimum dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 2580 rpm dengan 3 kondisi perlakuan serat. Pada grafik dapat dilihat kekuatan tarik maksimum tertinggi pada kondisi proses perlakuan perebusan serat di dalam larutan NaOH 5% pada temperatur 50 °C selama 30 menit dengan pencacahan selama 3 menit.



Gambar 8. Pengaruh waktu pencacahan terhadap kekuatan tarik pada kondisi pencacahan dengan kecepatan putaran 2580 rpm.

Pada Gambar 9 dapat spesimen uji tarik dengan perlakuan perebusan serat didalam air aquades pada temperatur 50°C selama 30 menit dengan pencacah menggunakan blender komersial pada kecepatan 2580 rpm selama 2 menit. Dapat dilihat beberapa serat terlihat hal ini dikarenakan serat tersebut tercabut dari spesimen yang mengakibatkan spesimen tersebut memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dari pada spesimen lainnya.



Gambar 9. Patahan Spesimen Pengujian Tarik.

Pengujian impact menggunakan mesin *impact tester* didapat berupa sudut β dari pengujian impact komposit. Sudut β yang didapat diolah untuk mendapatkan harga impact dari komposit serat TKS. Setelah didapat sudut β dari pengujian maka akan diolah menjadi harga impact dengan persamaan. Berikut perhitungan harga impact pada spesimen dengan kondisi perlakuan perebusan serat didalam air aquades tanpa dicacah didapat sudut β yaitu 57°.

$$E_{Serap} = 20 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times (0,8 \text{ m} \sin 60^\circ - 0,8 \text{ m} \sin 57^\circ)$$

$$E_{Serap} = 20 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,04 \text{ m}$$

$$E_{Serap} = 7,01 \text{ joule}$$

Luas penampang didapat dari persamaan.

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= A \times E \\ &= 9,62 \text{ mm} \times 12,42 \text{ mm} \\ &= 119,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka harga impact dapat dihitung dengan persamaan:

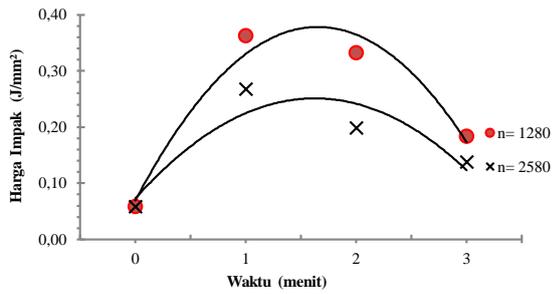
$$HI = E/A$$

$$HI = \frac{7,01 \text{ joule}}{119,48 \text{ mm}^2}$$

$$HI = 0,06 \text{ joule/mm}^2$$

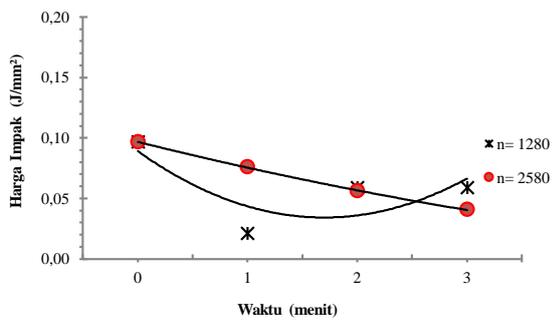
Harga impact yang didapat disatukan menjadi sebuah grafik. Grafik pengaruh waktu pencacahan terhadap harga impact pada masing masing kondisi perlakuan.

Pada grafik Gambar 10 dapat dilihat harga impact komposit pada kondisi perebusan serat TKS dengan air aquades pada temperatur 50 °C selama 30 menit dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm serat memiliki pengaruh yang meningkatkan harga impact cukup tinggi dan menurun seiring berjalannya waktu. Pada kecepatan putaran 2580 rpm sama seperti kecepatan putaran 1280.



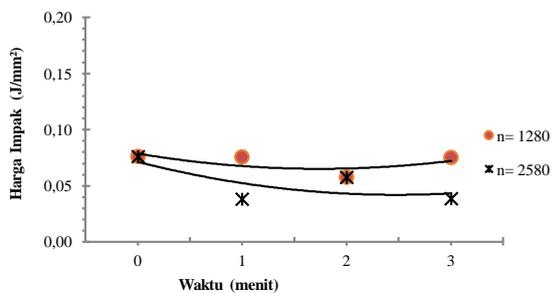
Gambar 10. Pengaruh waktu pencacahan terhadap harga impak pada kondisi perebusan didalam air aquades.

Pada grafik Gambar 11 dapat dilihat harga impak komposit pada kondisi perendaman serat TKS dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm serat mengalami penurunan dan kenaikan harga impak seiring berjalannya waktu. Pada kecepatan putaran 2580 rpm harga impak mengalami penurunan.



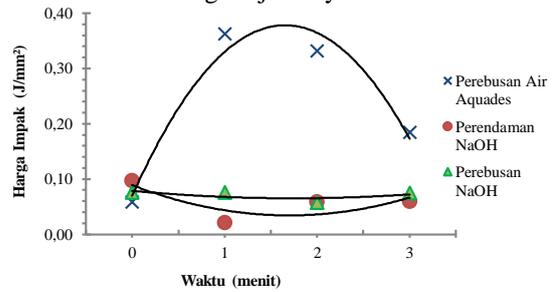
Gambar 11. Pengaruh waktu pencacahan terhadap harga impak pada kondisi perendaman didalam larutan NaOH.

Pada grafik Gambar 12 dapat dilihat harga impak komposit pada kondisi perebusan serat dengan larutan NaOH 5% dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm serat tidak berpengaruh seiring berjalannya waktu dengan perubahan R² menunjukkan pada angka 0,427. Pada kecepatan putaran 2580 rpm tidak berpengaruh seiring berjalannya waktu.



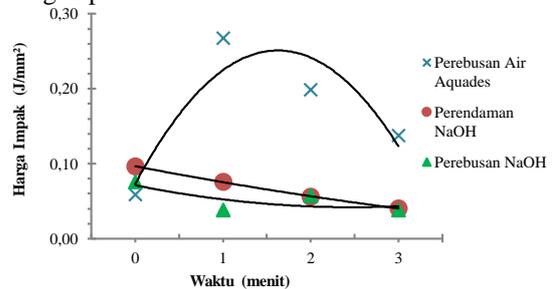
Gambar 12. Pengaruh waktu pencacahan terhadap harga impak pada kondisi perebusan didalam air larutan NaOH.

Grafik pada Gambar 13 menunjukkan harga impak dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 1280 rpm dengan 3 kondisi perlakuan serat. Pada grafik dapat dilihat harga impak tertinggi pada kondisi proses perlakuan perebusan serat di dalam air aquades pada temperatur 50 °C selama 30 menit dengan pencacahan selama 1 menit. Jika dilihat dari grafik harga impak perlakuan perebusan serat di dalam air aquades temperatur 50 °C selama 30 menit dengan pencacahan dapat meningkatkan dan menurunkan seiring berjalannya waktu.



Gambar 13. Pengaruh waktu pencacahan terhadap harga impak pada kondisi pencacahan dengan kecepatan 1280 rpm.

Grafik pada Gambar 14 menunjukkan harga impak dengan proses pencacahan pada kecepatan putaran 2580 rpm dengan 3 kondisi perlakuan serat. Pada grafik dapat dilihat harga impak tertinggi pada kondisi proses perlakuan perebusan serat di dalam air aquades pada temperatur 50 °C selama 30 menit dengan pencacahan selama 1 menit.



Gambar 14. Pengaruh waktu pencacahan terhadap harga impak pada kondisi perebusan didalam air aquades.

Dapat dilihat dari Gambar 15 hasil patahan spesimen komposit dengan perlakuan perebusan serat didalam air aquades pada temperatur 50°C selama 30 menit dengan proses pencacahan menggunakan blender komersial pada kecepatan 1280 rpm selama 1 menit. Dapat dilihat pada gambar serat hanya terdapat sedikit serat yang terlihat. Hal ini disebabkan serat serat yang putus sehingga menyebabkan nilai dari harga impak yang tinggi.



Gambar 15. Patahan spesimen uji impact *charpy*.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Kekuatan tarik tertinggi dan harga dampak tertinggi adalah komposit serat TKS dengan perlakuan perebusan serat dengan aquades pada temperature 50 °C selama 30 menit dengan pencacahan pada kecepatan 1280 rpm selama 1 menit, yaitu 17,84 MPa dan 0,36 Joule/mm².
- 2) Perlakuan perebusan serat di dalam air aquades pada temperatur 50 °C selama 30 menit pada kecepatan putaran 1280 rpm tidak mempengaruhi kekuatan tarik maksimum dan 2580 rpm menurunkan kekuatan tarik maksimum, untuk kedua kecepatan putaran meningkatkan harga impact dan menurun seiring berjalannya waktu pencacahan.
- 3) Perlakuan perendaman serat di dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam menurunkan kekuatan tarik maksimum pada proses pencacahan seiring berjalannya waktu dan tidak berpengaruh untuk harga impact.
- 4) Perlakuan perebusan serat di dalam larutan NaOH 5% pada temperatur 50 °C selama 30 menit pada kecepatan putaran 1280 rpm tidak memiliki pengaruh dan untuk kecepatan putaran 2580 rpm mengalami penurunan dan kenaikan kekuatan tarik maksimum, tidak berpengaruh untuk proses pencacahan terhadap harga impact.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Allah SWT dan Laboratorium Gambar Teknik dan Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau yang telah memberikan fasilitas pendukung sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

6. Daftar Pustaka

- [1] Anonim. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Kelapa Sawit*. Edisi 1. Direktorat Jendral Perkebunan Republik Indonesia. Jakarta.
- [2] Moenif, E.M. 2012. *Potensi, Pengembangan dan Target Implementasi Energi Terbarukan di Provinsi Riau*. Edisi 1. Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Riau. Pekanbaru.

- [3] Vaziri, A. Xue, Z. dan J.W. Hutchinson. 2006. Metal Sandwich Plates with Polymer Foam Filled Cores. *Journal of Mechanics of Material and Structures* 1(1): 95-125.
- [4] Qiao, P. Bibianda, W.K. 2008. Impact mechanics of composite materials for aerospace application. *Jurnal Aerospace Engineering*. 21(3): 117-118.
- [5] Badri, M. Syam, B. Rizal, S. Dan K.S. Buana. 2010. Respon Polymeric Foam yang diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Tekan Statik dan Impact (Simulasi Numerik). *Jurnal Dinamis* 1(7): 45-60.
- [6] Ramakrishnan, K.R. Shankar, K. Viot, P. Dan S. Guerard. 2012. A Comparative Study of The Impact Properties of Sandwich Material with Different Cores. *Jurnal of Web of Conferences* 26(1031): 1-6.
- [7] Pratama, Y.G. Setyanto, R.H. dan I. Priadythama. 2014. Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa – Polyester. *Jurnal ilmiah Teknik Industri* 13(1): 8-15.
- [8] Izani, M.A.N. Paridah, M.T, Nor, M.Y.M. dan U.M.K. Anwar. 2011. A Comparison of Different Treatment of Remove Residual Oil in Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) for MDF Performances. *Jurnal of 18TH International Conference on Composite Materials* 1(1) : 1-4.
- [9] Choh, J.L. Ching, Y.C. Gan, S.N. Rozali, S. dan S. Julia. 2016. Effect of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber on Electrical and Mechanical Properties of Conductive Filler Reinforced Polymer Composite. *Jurnal of Bioresources* 11(1): 913-928.