

Karakterisas Sifat Bending dan *Water Absorption* Pada Komposit Hibrid Berpenguat Serat Sisal dan Karbon dengan Variasi Bahan Matriks

Arif Santoso^a, Harini Sosiati^b, Sudarisman^c

^a UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. Brawijaya, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
+6281253870245

e-mail: santosoarif27@yahoo.com

^{b,c} UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. Brawijaya, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
+62 858 8234 3787

e-mail: hsosiati@gmail.com

Abstrak

Sisal merupakan serat yang ramah lingkungan, elastis, dan mudah menyerap air. Serat karbon memiliki sifat lebih kuat dari baja tapi jauh lebih ringan. Komposit serat sisal dan karbon saat ini banyak diteliti untuk aplikasi biomedis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis matriks *polyester*, *epoxy*, dan PMMA terhadap sifat mekanis dan fisis pada komposit hibrid berpenguat serat sisal dan karbon. Sebelum pembuatan komposit serat sisal diberi perlakuan alkalisasi 6% NaOH selama 36 jam, serat karbon direndam dengan nitrogen cair (N₂) selama 10 menit. Serat sisal dan karbon masing-masing dipotong sepanjang 6 mm dan 15 mm. Komposit dibuat dengan teknik *cold press*, dengan fraksi volume serat 30% serat sisal/karbon 1:1 dicetak selama 1-8 jam. Uji bending dan daya serap air yang masing-masing mengacu pada ASTM D790M dan ASTM D570 dilakukan pada semua spesimen komposit. Selain itu, pada penelitian ini uji bending dilakukan sebelum dan sesudah spesimen direndam dalam air selama 216 jam (*water absorption*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit bermatriks PMMA memiliki kekuatan bending paling tinggi baik sebelum maupun sesudah perendaman yaitu 150,33 MPa, sedangkan komposit bermatriks *epoxy* dan *polyester* masing-masing mengalami penurunan kuat bending sebelum dan sesudah perendaman, yaitu 0,46% dan 0,13%. Nilai kuat bending tersebut terkait dengan perbedaan hasil uji daya serap air, dimana pada komposit bermatriks PMMA menunjukkan nilai pertambahan tebal dan berat terendah, yaitu 1,99% dan 1,64%.

Keywords: *Sisal, Carbon, Bending, Epoxy, Polyester, PMMA*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri saat ini semakin pesat terutama dibidang biomedis. Penggunaan material logam pada beberapa komponen mulai dikurangi karena selain berat, dapat mengalami korosi, biaya produksi mahal, dan susah dibentuk. Oleh karena itu, penggunaan bahan material komposit menjadi salah satu alternatif untuk pembuatan bahan-bahan biomedis tersebut, selain bahannya ringan, ramah lingkungan dan biaya produksi lebih murah.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan

karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Masing-masing dari komposit adalah pengikat (*matriks*) dan penguat (*filler*) (Nayiroh, 2010).

Sisal merupakan serat yang ramah lingkungan, elastis, dan mudah menyerap air. Oleh karena itu, sisal banyak digunakan sebagai penguat pada bahan komposit di beberapa industri (Kusumastuti, 2009). Karbon merupakan serat yang ringan, tahan fatik, dan tahan terhadap temperatur tinggi (Fadhil dkk. 2014).

Resin *polyester* merupakan matriks dari komposit. Resin ini termasuk dalam resin *termoset*. Pada *polyester termoset* resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan getas, terbentuk oleh ikatan silang kimiawi kemudian membentuk rantai polimer yang sangat kuat (Mubarak 2006). *Epoxy* adalah suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut sebagai *resin*. Resin ini terdiri dari monomer atau polimer rantai yang pendek dengan kelompok *epoksida* di kedua ujung (Hartono dkk. 1992). PMMA juga memiliki nama lain yaitu *poli metil 2-metilpropenoat* (nama IUPAC). Polimer ini bersifat amorf dan merupakan material termoplastik yang bersifat keras, kaku, dan rauh pada suhu ruang (Annusavice dkk. 2013).

Analisa variasi fraksi volume *filler* terhadap sifat mekanik komposit laminat matriks *polyester* berpenguat serat sisal telah diteliti oleh Bahtiar dkk. (2014) dengan variasi fraksi volume *filler* yang digunakan adalah 40%, 50%, dan 60%. Studi sifat mekanis komposit epoxy berpenguat serat sisal orientasi acak yang dicetak dengan teknik *hand-lay up* telah diteliti oleh Surata dkk. (2016) dengan variasi fraksi volume serat sisal 15%, 20%, 25% yang disusun secara acak. Investigasi sifat mekanik komposit PMMA diperkuat dengan berbagai bubuk alami telah diteliti oleh Salih dkk. (2018) dengan variasi bubuk kulit delima dan bubuk biji kurma ajwa.

Pada penelitian ini dibuat komposit hibrid perbenguat serat sisal/karbon dengan variasi jenis matriks *polyester*, *epoxy*, dan PMMA yang difabrikasi dengan metode *cold press molding* selama 1-8 jam supaya matriks dapat terikat baik dengan serat. Untuk panjang serat sisal ± 6 mm dan panjang serat karbon ± 15 mm dengan perbandingan volume matriks/sisal/karbon yaitu 70:15:15. Pengujian mekanis yang dilakukan pada komposit tersebut adalah pengujian bending, sedangkan untuk pengujian fisis dilakukan *water absorption*.

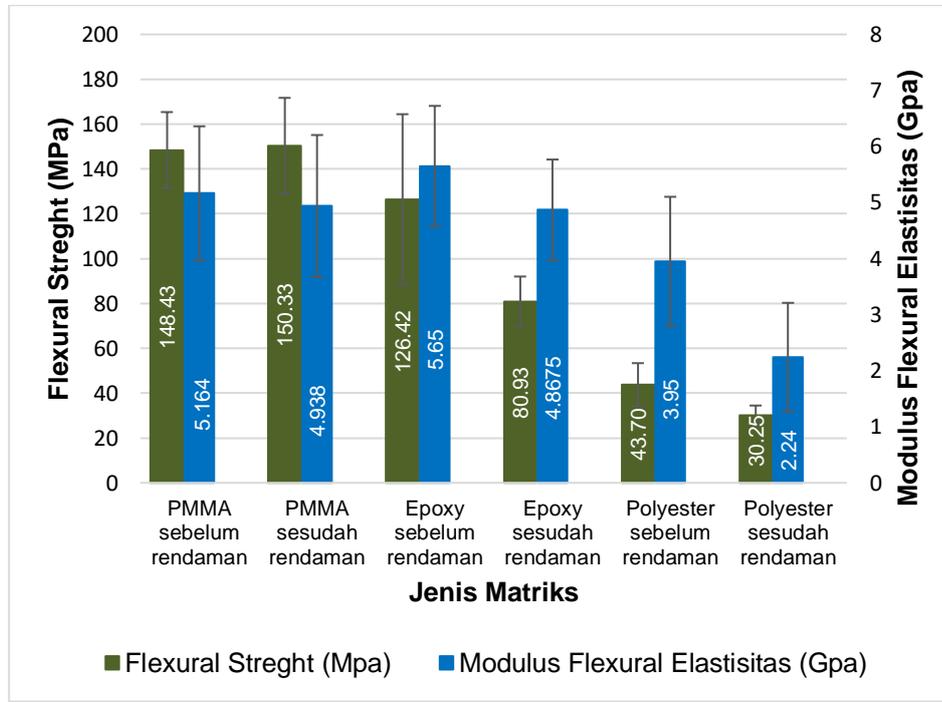
2. METODE PENELITIAN

Matriks yang digunakan pada penelitian ini adalah *polyester*, *epoxy*, dan PMMA. Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu serat sisal mendapat perlakuan alkalisasi 6% NaOH selama 36 jam, untuk menghilangkan kotoran dan memperkasar permukaan serat supaya dapat terikat baik dengan matriks. Kemudian serat karbon mendapat perlakuan dengan perendaman menggunakan nitrogen cair (N_2) selama 10 menit. Serat sisal dipotong sepanjang 6 mm dan serat karbon di potong sepanjang 15 mm. Komposit dibuat dengan teknik *cold press*, dengan variasi matriks *polyester*, *epoxy*, dan PMMA menggunakan fraksi volume serat 30% serat sisal/karbon 1:1 disusun secara acak. Proses pencetakan komposit berlangsung selama 1-8 jam. Spesimen uji bending dibuat menjadi dua variasi yaitu sesudah rendaman dan sebelum rendaman, mengacu pada standar ASTM D790M. Spesimen uji daya serap air dilakukan penelitian perendaman selama 216 jam dan diukur tebal dan berat setiap 12 jam sekali, mengacu pada standar ASTM D570. Kemudian hasil patahan dari spesimen uji bending dilakukan pengujian optic makro dan mikro.

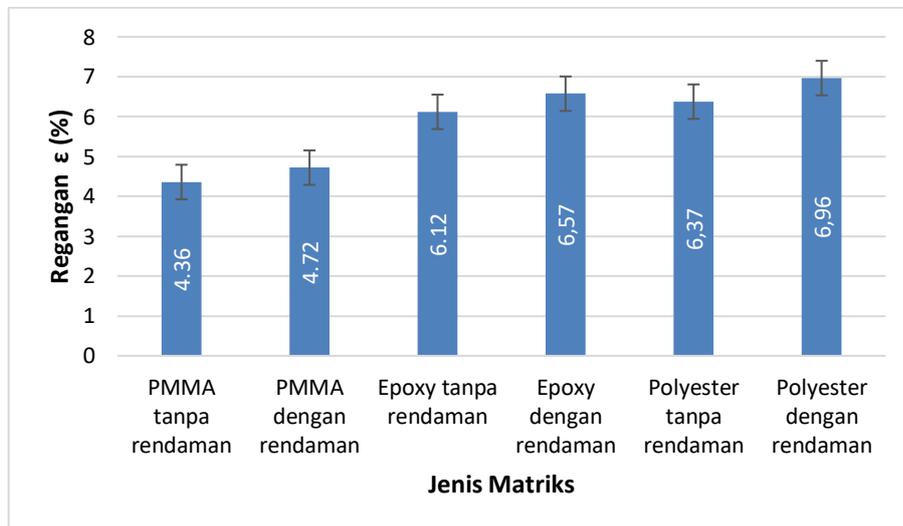
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL PENGUJIAN BENDING

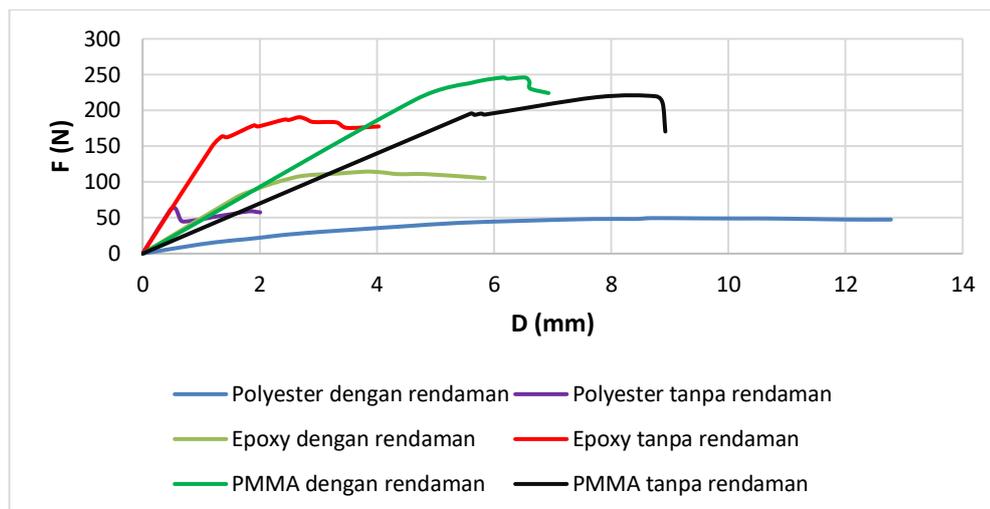
Dari hasil pengujian bending komposit hibrid serat sisal/karbon dengan variasi matriks disajikan pada gambar dibawah.



Gambar 3.1 Grafik Flexural strength vs Modulus Flexural Elastisitas vs Jenis Matriks



Gambar 3.2 Grafik Regangan vs Jenis Matriks

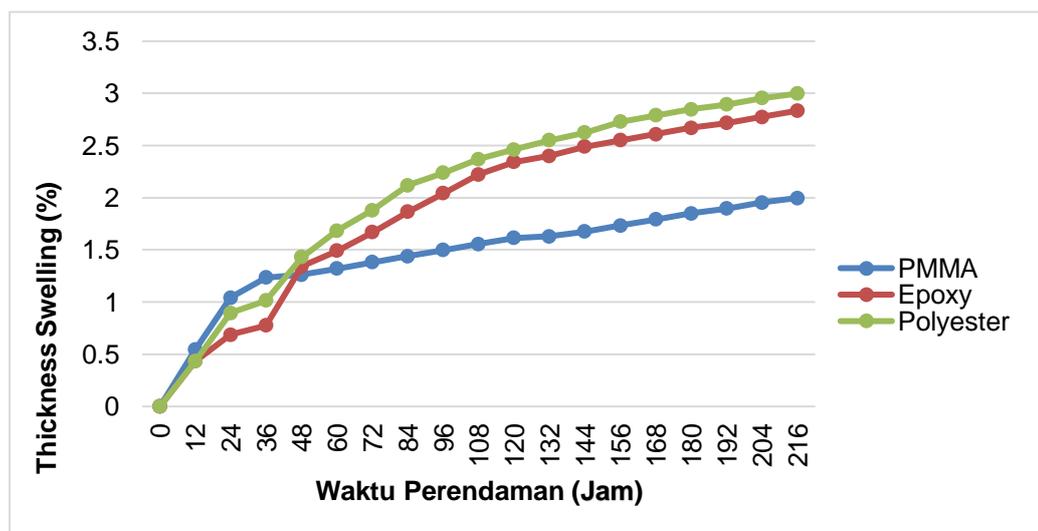


Gambar 3.3 Kurva Flexural Strength vs Deformation

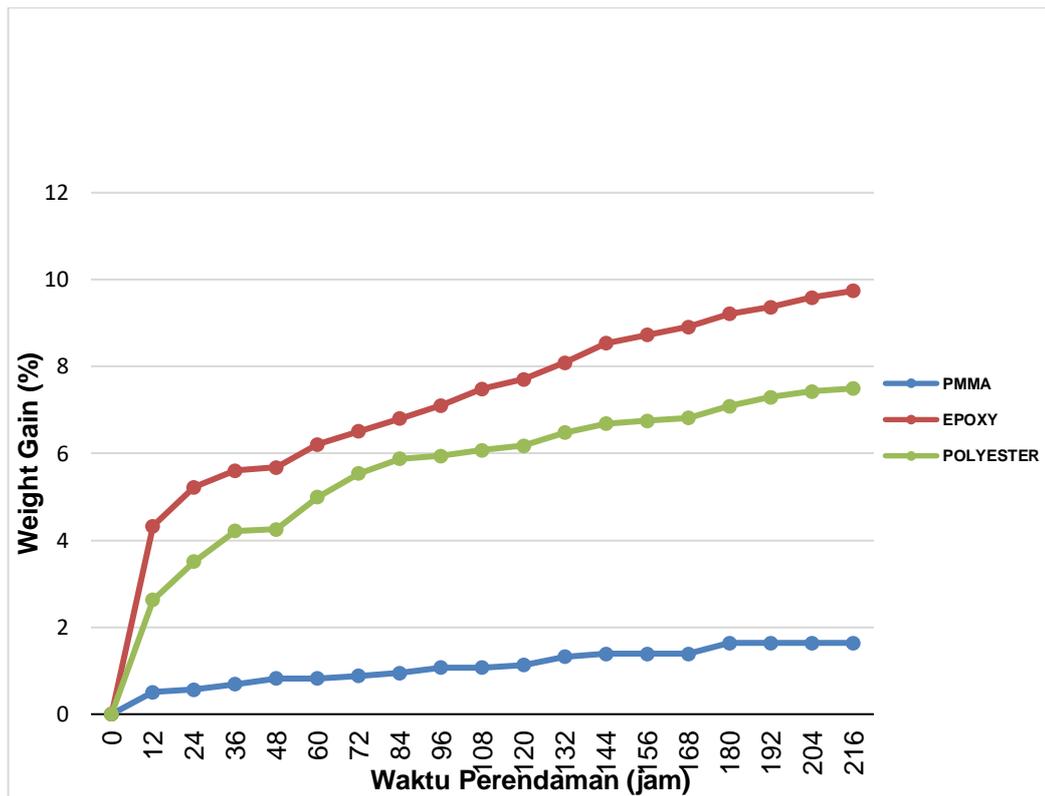
Dari data di atas diperoleh hasil nilai kekuatan lentur tertinggi adalah komposit bermatriks PMMA. Untuk nilai kekuatan lentur terendah diperoleh komposit bermatriks *polyester*. Perbedaan nilai yang jauh dapat diperoleh karena matriks *polyester* mempunyai sifat yang lebih kental sehingga tidak dapat menyerap dengan baik terhadap serat, dimana pada penelitian ini digunakan serat karbon yang mempunyai sifat tidak menyerap air. Kemudian nilai modulus lentur tertinggi diperoleh komposit bermatriks *epoxy*. Untuk nilai modulus lentur terendah diperoleh komposit bermatriks *polyester*. Sedangkan nilai regangan yang paling bagus diperoleh komposit bermatriks PMMA, hal ini karena komposit bermatriks PMMA mempunyai ikatan dan kerapatan yang baik terhadap serat sisal dan serat karbon.

3.2 HASIL PENGUJIAN DAYA SERAP AIR (WATER ABSORPTION)

Dari hasil pengujian daya serap air (*water absorption*) komposit hibrid serat sisal/karbon dengan variasi matriks disajikan pada gambar dibawah.



Gambar 3.4 Grafik Thickness Swelling

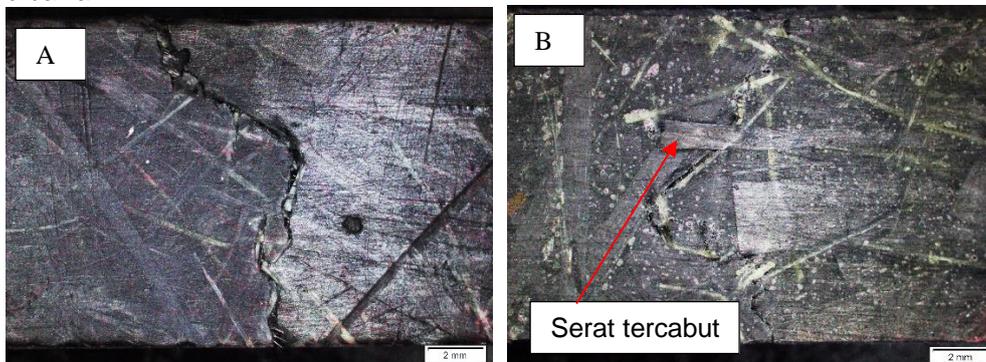


Gambar 3.5 Grafik Weight Gain

Pengujian daya serap air diamati melalui pertambahan tebal dan berat spesimen uji. Pada gambar 3.5 diketahui bahwa pertambahan tebal tertinggi diperoleh komposit dengan matriks *polyester* 157 yaitu 2,99%, sedangkan pertambahan tebal terendah terdapat pada komposit dengan matriks PMMA yaitu 1,99%. Kemudian untuk pertambahan berat tertinggi diperoleh komposit bermatriks *epoxy* yaitu 9,74%, sedangkan pertambahan berat terendah terdapat pada komposit dengan matriks PMMA yaitu 1,64%. Hal ini dikarenakan komposit matriks PMMA memiliki sifat lebih cair dibandingkan dengan matriks *polyester* dan *epoxy* yang sedikit lebih kental, sehingga matriks PMMA dapat meresap dan mengikat serat dengan baik.

3.3 ANALISA FOTO MAKRO PATAHAN HASIL PENGUJIAN BENDING

Hasil foto makro pada patahan spesimen pengujian bending disajikan pada gambar dibawah.





Gambar 3.6 Foto Makro Patahan Hasil Pengujian Bending Menggunakan Mikroskop Optik (A) PMMA, (B) Epoxy, (C) Polyester

Dari hasil foto tersebut komposit bermatriks PMMA terjadi patahan dengan serat-serat yang putus (Gambar 3.5 A). Komposit bermatriks epoxy terjadi patahan dengan serat yang terputus dan tercabut (Gambar 3.5 B). Kemudian komposit bermatriks polyester tidak memiliki patahan melainkan rapuh pada saat pengujian bending (gambar 3.5 C). Jika pada patahan serat-serat terputus maka matriks tersebut terikat dengan baik, sedangkan pada serat yang tercabut atau terangkat maka matriks tersebut tidak terikat dengan baik.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Komposit hibrid serat sisal/karbon bermatriks PMMA sebelum maupun sesudah rendaman tidak mengalami perubahan nilai dan memperoleh hasil kekuatan lentur tertinggi yaitu sebesar $\pm 150,33$ MPa, sedangkan komposit bermatriks epoxy dan polyester 157 mengalami penurunan nilai kekuatan lentur masing-masing 0,46% dan 0,13%.
2. Komposit hibrid serat sisal/karbon dengan matriks PMMA memiliki daya serap air terendah yaitu pertambahan berat dan tebal sebesar 1,64% dan 1,99%.
3. Hasil pengujian bending dan daya serap air berhubungan dengan pengujian optik dimana komposit hibrid bermatriks PMMA memiliki struktur patahan dan ikatan matriks yang baik.
4. Komposit hibrid serat sisal dan karbon dengan matriks PMMA direkomendasikan untuk pembuatan alat-alat biomedis.

REFERENSI

- Annusavice, K. J., Chiayi, S., Rawis, H. R. (2013). *Phillips' Science of Dental Materials*.ed Ke-12, United State : Elsevier, pp. 258-268.
- Bahtiar, M., Sutjahjono, H., & Dwilaksana, D. (2014). *Analisa Varias Fraksi Volume Filler Terhadap Sifat Mekanik Komposit Laminat Matriks Polyester Berpenguat Serat Sisal*. Indonesian Journal of Materials Science. Vol.4 No.2, pp. 12-20.
- Fadhil, M., Siregar, A. M., Supriadi, S., & Nugroho, Y. S. (2014). *Penelitian Sifat Termal dan Mekanik Komposit Serat Karbon*. Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Universitas Indonesia. Vol.2 No.1, pp. 32-38.
- Hartomo, A. J., Rusdiharsono, A., Hardjanto, D. (1992). *Memahami Polimer dan Perekat*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Jie, X., Lei, C., & Yun, L. (2009). *Fabrication and Mechanical Properties of Short Sisal Fiber Reinforced Composites Used for Dental Application*. International Conference on Composite Materials. Vol.35 No.3, pp. 371–376.
- Khanam, P. N., Khalil, S. A., Jawaid, M., Reddy, G. R., Narayana, C. S., & Naidu, S. V. (2010). *Sisal/Carbon Fibre Reinforced Hybrid Composites: Tensile, Flexural and Chemical Resistance Properties*. Asian Journal of Chemistry. Vol.18, pp. 727-733.
- Kusumastuti, A. (2009). *Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer*. Jurnal Kompetensi Teknik. Vol.19, pp. 49-80.
- Mubarak, A. (2006). *Karakterisasi Sifat Mekanis Material Biokomposit*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Nayiroh, N. (2010). *Teknologi Material Komposit*. (Online). <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wpcontent/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf>. Diakses 27 Juli 2019.
- Salih, S. I., Oleiwi, J. K., & Mohamed, A. S. (2018). *Investigation of Mechanical Properties of PMMA Composite Reinforced with Different Types of Natural Powders*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol.13 No.22, pp. 888-890.
- Sudarisman. (2019). *Privat Discussion*.
- Surata, I. W., Lokantara, I. P., & Arimbawa, A. P. (2016). *Studi Sifat Mekanis Komposit Epoxy Berpenguat Serat Sisal Orientasi Acak yang Dicitak dengan Teknik Hand-Lay Up*. Jurnal Energi & Manufaktur. Vol.6, pp. 143-146.