

Efek Getaran dengan Frekuensi Alami pada Komposit *Unsaturated Polyester-Fiberglass* Metode *Hand Layup* terhadap Sifat Mekanik Bending

The Effect of Vibration with Natural Frequency to Mechanical Properties Flexural of Unsaturated Polyester - Glassfiber Composites by Hand Layup Method

Singgih Prabowo*, Dasep Rusmana

Balai Teknologi Polimer - BPPT, Kawasan Puspipstek Serpong Tangerang Selatan 15314

*Surel: singgih.prabowo@bppt.go.id

INFO ARTIKEL

Diterima 10 Januari 2019
Direvisi 14 April 2019
Disetujui 20 November 2019
Nomor Artikel 201907
Halaman 7-10

Kata kunci:

Komposit UPFG
Frekuensi Alami
Hand Layup

Abstract

One of the causes of material failure is vibration. Vibration is a relative reversible movement to the equilibrium point in a certain interval of time. This study aims to observe the flexural properties of UPFG composite material after being vibrated at its natural frequency over a period of time. Flexural properties were analyzed after being given a vibration treatment for 1, 2 and 3 hours, and compared to without treatment. The results showed that the stiffness and flexural strength of the sample continued to decrease with the duration of the vibration treatment given. After 3 hours of treatment the value of stiffness decreased 20.20% to 8106,52 MPa, compared to without treatment 10158 MPa and the value of bending strength decreased 15.27% to 175.36 Mpa, compared to without treatment 206.96 MPa. Arrangement and bond stability between UP and GF are affected by continuous vibration effect, which reducing the value of stiffness and strength.

Keywords: UPFG composite, natural frequency, hand layup

Abstrak

Salah satu penyebab kegagalan suatu bahan adalah getaran. Getaran adalah gerakan bolak-balik relatif terhadap titik keseimbangan dalam selang waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati sifat mekanik *bending* material komposit UPFG setelah digetarkan pada frekuensi alaminya selama rentang waktu tertentu. Sifat mekanik *bending* dianalisis setelah diberikan perlakuan getaran selama 1, 2 dan 3 jam dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan kekakuan dan kekuatan *bending* sampel terus turun seiring lamanya perlakuan getaran yang diberikan. Setelah perlakuan 3 jam nilai kekakuannya turun sebesar 20,20 % menjadi 8106,52 MPa dibandingkan dengan tanpa perlakuan 10158 MPa dan nilai kekuatan bending turun 15,27 % menjadi 175,36 MPa dibandingkan tanpa perlakuan 206,96 MPa. Stabilitas susunan dan ikatan antara UP dan GF terpengaruh dengan getaran yang terus-menerus sehingga menurunkan nilai kekakuan dan kekuatannya.

PENDAHULUAN

Komposit *Unsaturated polyester* (UP) – *fiberglass* (FG) merupakan komposit yang paling luas pemanfaatannya karena memiliki harga yang murah, prosesnya mudah, dan memiliki keseimbangan yang baik antara sifat mekanik, elektrik, dan sifat kimianya [1]. Karena keunggulannya komposit UPFG banyak digunakan untuk alat transportasi seperti pesawat, kapal, kereta api dan otomotif bahkan sering juga digunakan untuk struktur bangunan. Ada beberapa macam proses yang telah dilakukan dalam pembuatan komposit, seperti *hand layup*, *vacuum bagging* dan *vacuum infusion* [2-4]. *Hand layup* merupakan teknik pembuatan yang paling sering digunakan.

Komposit UPFG yang disusun dari beberapa lembaran-lembaran dan menjadi satu kesatuan dengan cara disusun berlapis-lapis diperlukan ikatan yang kuat antara lembaran yang satu dengan yang lainnya. Ketidakekatan antar lapisan pada material komposit disebut dengan delaminasi. Delaminasi antar lapisan pada komposit tersebut dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan dan dapat mengurangi *modal frequency surface* (MFS) dan kekakuan lokal [5]. Salah satu penyebab terjadinya kerusakan struktur akibat delaminasi adalah melalui respon dinamis akibat beban getaran yang merupakan fungsi waktu.

Getaran adalah gerakan bolak-balik relatif terhadap titik keseimbangan dalam selang waktu tertentu. Pada dasarnya semua sistem yang memiliki massa dan kekakuan dapat bergetar. Secara umum getaran dapat dibedakan atas dua, yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Getaran bebas terjadi apabila sistem berosilasi setelah diberi simpangan awal atau kecepatan awal dan tidak ada gaya luar yang bekerja. Sedangkan getaran paksa terjadi karena adanya gaya gangguan dari luar. Jika frekuensi getaran dari luar sama dengan frekuensi alaminya maka sistem akan ikut bergetar sesuai dengan frekuensi gangguannya, fenomena ini disebut resonansi [6]. Oleh karena itu penentuan frekuensi alami sangat penting pada suatu sistem yang mengalami getaran [7].

Seiring dengan meningkatnya penggunaan komposit UPFG dan potensi untuk terjadinya getaran dalam penggunaannya, maka akurasi dan efisiensinya terhadap analisis getaran pada suatu struktur sangat diperlukan. dan saat ini belum ada penelitian tentang efek langsung terhadap sifat mekanik *bending* material komposit akibat getaran pada frekuensi alaminya selama rentang waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efek getaran pada frekuensi alami terhadap komposit UPFG dilihat dari sifat mekanik *bending*-nya dalam rentang waktu tertentu dibandingkan dengan tanpa adanya getaran.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Unsaturated Polyester* (Yukalac 150 HRN-EX) sebagai matrik, fiberglass dengan jenis *chopped strand mat* (CSM) sebagai filler dan *Methyl Ethyl Ketone Peroxide* (MEKPO) sebagai inisiator mempercepat waktu curing, semua bahan diproduksi oleh PT. Justus Sakti Raya.

Pembuatan Sampel Komposit

Proses pembuatan komposit *fiberglass* dengan metode *hand layup* di atas *flat mold*, UP-FG sebanyak 9 lembar dihand layup, dengan perbandingan UP dan serat gelas adalah 1 : 2 lalu didiamkan selama 1 hari. Selanjutnya dilakukan pemotongan spesimen sesuai dengan standar pengujian *bending* ASTM D790.

Pengujian Komposit

Uji getaran dilakukan dalam dua tahap yaitu pertama adalah untuk mencari frekuensi alami material dengan *scanning* frekuensi mulai dari 1 Hz sampai didapatkan puncak pertama dari grafik amplitudo-frekuensi dengan kecepatan 1G dan kedua adalah dengan perlakuan getaran terhadap material sesuai dengan frekuensi alaminya dalam rentang waktu tertentu menggunakan alat uji *Vibration Test System TIRA* model TV 59327/AIT-440 TGT MO 36 XL (Gambar 1).



Gambar 1. Pengujian getaran.

Uji *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan material terhadap pembebanan tekan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) Shimadzu dengan standar yang digunakan adalah ASTM D790 (Gambar 2).

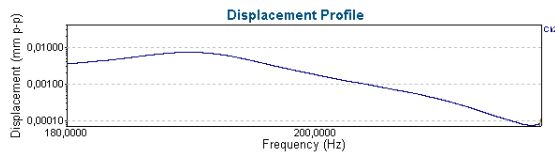


Gambar 2. Pengujian *bending*.

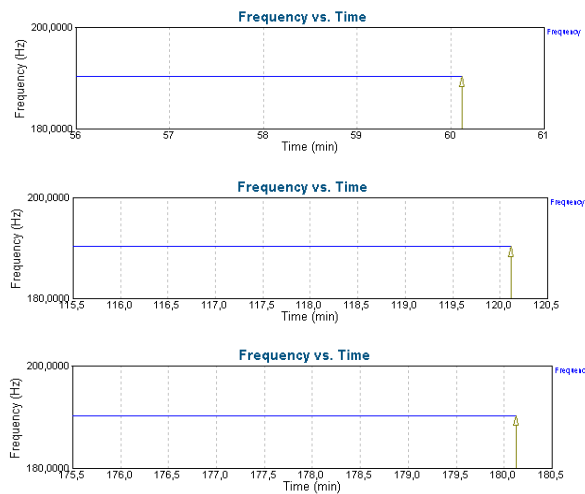
Penelitian ini sampel komposit UPFG diletakkan di atas alat ukur getaran dengan dijepit pada satu sisi, sensor diletakkan pada posisi tengah dan digetarkan untuk mencari frekuensi alaminya. Selanjutnya sampel diberi perlakuan getaran pada frekuensi alaminya selama rentang waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam dan dianalisis sifat mekanik *bending*-nya dibandingkan dengan tanpa perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan frekuensi alami material komposit UPFG adalah 190 Hz yang ditunjukkan dengan puncak grafik pertama pada Gambar 3. Perlakuan getaran dengan frekuensi 190 Hz selama rentang waktu 1, 2 dan 3 jam ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik penentuan frekuensi alami sampel.



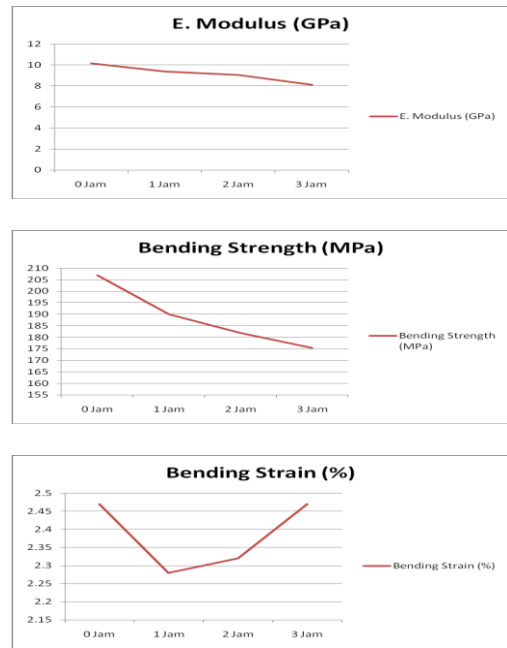
Gambar 4. Grafik uji getar dengan rentang waktu 1, 2 dan 3 jam.

Kekuatan *bending* menunjukkan penurunan akibat perlakuan getaran yang terlihat pada Tabel 1. Semakin lama material digetarkan dengan frekuensi alaminya (190 Hz) nilai kekakuan dan kekuatan *bending*-nya akan semakin menurun. Dengan perlakuan getaran selama 3 jam nilai kekakuannya 8106,52 MPa, turun sampai 20,20% dibandingkan tanpa perlakuan getaran sebesar 10158 MPa, nilai kekuatan *bending*-nya 175,36 MPa turun 15,27 % dibandingkan tanpa perlakuan 206,96 MPa dan nilai *bending strain* terendah pada perlakuan selama 1 jam yaitu 2,28 % turun sebesar 7,69 % dibandingkan tanpa perlakuan. Sedangkan nilai *bending strain*-nya terendah pada perlakuan 1 jam turun sebesar 2,28 %

atau turun 7,69 % dari nilai awal tanpa perlakuan 2.28 %.

Tabel 1. Hasil Pengujian Bending dengan Frekuensi 190 Hz.

No	Waktu (Jam)	E. Modulus (GPa)	Bending Strength (MPa)	Bending Strain (%)
1	0 Jam	10,16 ± 2,08	206,96 ± 15,43	2,47 ± 0,39
2	1 Jam	9,39 ± 1,45	189,92 ± 16,88	2,28 ± 0,19
3	2 Jam	9,06 ± 0,70	181,91 ± 8,05	2,32 ± 0,21
4	3 Jam	8,11 ± 1,27	175,36 ± 22,06	2,47 ± 0,45



Gambar 5. Grafik E. Modulus, Bending Strength dan Bending Strain akibat perkakuan getaran dalam waktu ktu 1, 2 dan 3 jam.

Dengan perlakuan getaran nilai kekakuan dan kekuatan bending terus menurun signifikan seiring dengan lamanya waktu perlakuan dibandingkan tanpa perlakuan seperti terlihat pada Gambar 5, hal ini kemungkinan terjadi karena ikatan antar *layer* mengalami pergerakan sehingga mengganggu kesetabilan ikatan *layer* menyebabkan delaminasi yang berakibat menurunkan nilai kekakuannya [5-9], selain itu pergerakan juga mungkin terjadi antara matrik pengikat (UP) dan serat gelas (FG) sehingga berefek pada penurunan nilai kekuatan *bending*-nya. Sedangkan nilai *bending strain* walaupun terjadi penurunan tetapi tidak signifikan.

KESIMPULAN

Efek getaran frekuensi alami pada material komposit berpengaruh signifikan pada nilai kekakuan dan kekuatan *bending*-nya dan terus turun seiring lamanya getaran yang diterima material komposit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada rekan-rekan di Balai Teknologi Polimer BPPT yang telah mendukung terselesaikannya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.Liu, W.Lei, Z.cai, J.Chen, L.Hu, Y.Dai, Y.Zhou. "Industrial Crops and Products". *Use of tung oil as a reactive toughening agent in dicyclopentadiene-terminated unsaturated polyester resins*, Vol. 49, pp 412-418, August 2013.
- [2] T. Kikuci, T. Koyanagi, H. Hamada, A. Nakai, Y. Takai, A. Goto, Y. Fuji, C. Narita, A. Endo, T. Koshino. "Biomechanics Investigation of Skillful Technician in Hand lay up Fabrication Method". ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 2012, pp 533 -539.
- [3] F.Y.C Boey, S.W.Lye. "Composite". *Void Reduction in Autoclave Processing of Thermoset Composites*. Vol. 23, pp 261 -265, July 1992.
- [4] K. van Rijswijk, J.J.E. Teuwen, H.E.N. Bersee, A. Beukers. (2009). "Composite". *Textile fiber-reinforced anionic polyamide-6 composites*. Vol. 40, pp 1-10, January 2009.
- [5] Bettinotta, O., Allixb, O., Peregoc, U., Oanceaa, V., Malherbed, B. "Finite Element in Analysis and Design". *Simulation Of Delamination Under Impact Using A Global-Local Method In Explicit Dynamics*, Vol. 125, pp 1-13, March 2017.
- [6] Thomson, W.T. *Theory of Vibration with Applications. 4 th Edition*. Prentice-Hall, USA. 1998.
- [7] Ousset, Y., 1999, "Eur. J. Me&. A/Solids". *Numerical Simulation Of Delamination Growth In Layered Composite Plates*, Vol. 18, pp 291 - 312, 1999.
- [8] Yang, C., Oyadiji, S.O. "Computers and Structures", *Delamination Detection In Composite Laminate Plates Using 2d Wavelet Analysis Of Modal Frequency Surface*, Vol. 179, pp.109- 126, 2016.
- [9] I Made Astika. *Analisa Delaminasi Pada Glass Fiber Reinforced Polymer Komposit Laminat Dengan Pembebanan Fatigue*. Vol. 2, pp 1, January 2012.
- [10] ASTM D 790-02, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastic Electrical Insulating Materials, Philadelphia, 2002.