

Pengaruh Larutan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Komposit Serat Sabut Kelapa

Yan Kondo¹, Muhammad Arsyad^{2*}, Muhammad Rusdi³, Ilyas Mansur⁴, Muhammad Jufri Dullah⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
^{*} arsyadhabe@poliupg.ac.id

Abstract: *The purpose of this study was to determine the effect of soaking coconut fiber in sodium hydroxide solution on the strength of the coconut fiber composite. This research was divided into several stages, namely: preparation of materials and tools, the process of soaking coconut fiber, making coconut fiber composites, testing the tensile and flexural properties of coconut fiber composites, and analyzing the test results. Coconut fiber is soaked in sodium hydroxide solution, then dried in an oven, then used as a composite reinforcement using BQTN 157 polyester resin with a composition of 5% coconut fiber. Based on the results of the tensile test according to the ASTM D638-03 standard, and the flexural according to the ASTM D790 standard, it was concluded that the process of soaking coco fiber in sodium hydroxide solution of 5%, 10%, 15%, and 20% had not been able to increase the strength of the coco fiber composite with composition of 5% coconut coir fiber compared to the strength of the resin.*

Keywords: *coconut fiber; composite; Sodium Hydroxide, tensile, flexural*

Abstrak: Tujuan penelitian ini ialah untuk menentukan pengaruh perendaman serat sabut kelapa kelapa dalam larutan natrium hidroksida terhadap kekuatan komposit serat sabut kelapa. Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu: persiapan bahan dan alat, proses perendaman serat sabut kelapa, pembuatan komposit serat sabut kelapa, pengujian tarik dan lentur komposit serat sabut kelapa, dan analisa hasil pengujian. Serat sabut kelapa direndam dalam larutan natrium hidroksida, kemudian dikeringkan dalam oven, selanjutnya digunakan sebagai penguat komposit yang menggunakan resin poliester BQTN 157 dengan komposisi 5% serat sabut kelapa. Berdasarkan hasil pengujian tarik sesuai standar ASTM D638-03, dan lentur sesuai standar ASTM D790 maka disimpulkan bahwa proses perendaman serat sabut kelapa dalam larutan natrium hidroksida 5%, 10%, 15%, dan 20% belum mampu meningkatkan kekuatan komposit serat sabut kelapa dengan komposisi 5% serat sabut kelapa dibandingkan dengan kekuatan resinnya.

Kata kunci: serat sabut kelapa; komposit; natrium hidroksida; tarik; lentur

I. PENDAHULUAN

Pemilihan material merupakan salah satu tahapan penting dalam perancangan suatu alat/benda. Jenis material apa yang sebaiknya digunakan untuk komponen tertentu? Ini merupakan pertanyaan mendasar yang sering dihadapi perancang. Karakteristik apa saja yang harus dipertimbangkan: kekuatannya? tahan korosi? mampu mesin? dan pertanyaan-pertanyaan lainnya. Andaikan perancang telah mendapatkan jenis material yang cocok, biasanya masih ada kendala-kendala lain yang harus dihadapi seperti harganya mahal atau tidak tersedia di pasar, dan kendala lainnya. Kegiatan pemilihan material dan proses fabrikasi merupakan bagian yang terintegrasi dalam pembuatan suatu benda.

Pada umumnya bahan dasar pembuatan kapal nelayan bersumber dari kayu, atau komposit berpenguat serat gelas. Penggunaan kayu secara terus menerus, akan mengurangi jumlah kayu secara terus menerus. Sedangkan penggunaan serat gelas yang bersifat anorganik dapat mengganggu kesehatan manusia, dan merusak lingkungan khususnya lapisan tanah, seperti halnya dengan plastik [1]. Salah satu solusi yang bisa digunakan yaitu pemanfaatan komposit berpenguat serat alam (*Natural fiber composite*) sebagai bahan baku komponen kapal/perahu, khususnya untuk keperluan nelayan. Suatu hasil penelitian melaporkan bahwa komposit berpenguat serat alam memiliki kekuatan 40% lebih kuat dan lebih ringan daripada komposit berpenguat serat gelas. Bila digunakan pada alat transportasi sehingga bobotnya menjadi ringan berarti akan menyebabkan pemakaian bahan bakar

yang lebih hemat [2]. Beberapa sifat serat alam seperti jumlahnya melimpah, ramah lingkungan, biaya produksi rendah, dan elastis. Sedangkan kekurangannya diantaranya kualitasnya tidak seragam, penyerapan air tinggi, kekuatannya rendah, sulit berikatan dengan resin karena bersifat *hydrophilic*. Kekurangan-kekurangan yang dimiliki serat alam tersebut menjadi salah satu permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan komposit berpenguat serat alam sebagai material teknik masa depan. Oleh sebab itu, serat alam yang akan digunakan sebagai material komposit perlu diberi perlakuan untuk menghilangkan kekurangan-kekurangan tersebut sekaligus memperbaiki sifat mekanis serat. Salah satu cara yang banyak diterapkan ialah proses perlakuan kimia. Senyawa kimia yang banyak digunakan yaitu natrium hidroksida (NaOH, biasa juga disebut alkali atau soda api). Perlakuan dengan natrium hidroksida bisa dilakukan untuk variasi (a) lama perendaman, atau (b) persentasi konsentrasi.

Keuntungan komposit berpenguat serat alam dibandingkan dengan komposit berpenguat serat gelas diantaranya lebih ringan, ramah lingkungan, dan lebih murah. Salah satu serat alam yang dikembangkan sebagai penguat komposit ialah serat sabut kelapa. Beberapa keunggulan komposit serat sabut kelapa (KS2K) yaitu mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan sehingga komposit ini mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari banyaknya sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan, serta tidak membahayakan kesehatan [3]. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan komposit berpenguat serat alam yaitu: (1) perikatan antara permukaan serat dengan resin, (2) cara menyusun serat, (3) jenis resin yang digunakan [4]. Sedangkan kekuatan suatu material sangat ditentukan oleh sifat mekaniknya seperti kekuatan tarik, kekuatan lentur, kekuatan impak. Kekuatan suatu material merupakan ukuran gaya maksimum yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu material.

Komposit adalah gabungan dua atau lebih material berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat sebagai pengisi sekaligus penguat, dan resin sebagai pengikat serat. Serat berfungsi memperkuat resin, oleh sebab itu serat harus lebih kuat dari resin yang digunakan. Resin berfungsi melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan akibat benturan impak. Salah satu contoh komposit ialah beton bertulang. Beton bertulang terdiri dari besi sebagai serat sedangkan beton sebagai resin. Badan perahu layar merupakan komposit yang tersusun dari serat gelas dan plastik poliester [5].

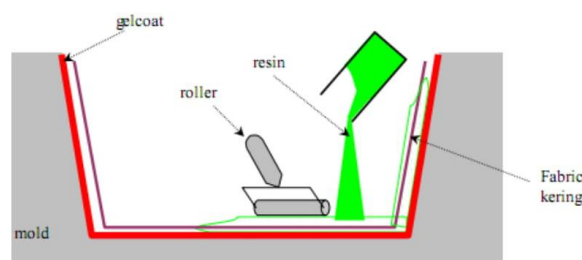
Pada umumnya, bahan resin dapat berupa logam, polimer, keramik, karbon. Sedangkan bahan serat seperti serat karbon, serat gelas, keramik. Akan tetapi, akhir-akhir ini serat alam sudah mulai banyak digunakan sebagai salah satu alternatif penguat komposit karena sifatnya yang ramah lingkungan [6]. Polimer yang biasa digunakan untuk resin komposit yaitu polimer termoplastik misalnya polietilena, polipropilena, dan termoset misalnya poliester, fenol formaldehida, epoksi [7]. Sebenarnya ribuan tahun lalu material komposit telah digunakan dengan memanfaatkan serat alam sebagai penguat. Dinding bangunan tua di Mesir yang telah berumur lebih dari 3000 tahun ternyata terbuat dari tanah liat yang diperkuat jerami [8]. Seorang petani memperkuat tanah liat dengan jerami, para pengrajin besi membuat pedang secara berlapis dan beton bertulang merupakan beberapa jenis komposit yang sudah lama kita kenal. Sepanjang kebudayaan manusia penggunaan serat alam sebagai salah satu material pendukung kehidupan, mulai dari serat ijuk sebagai bahan bangunan, serat nenas atau tanaman kayu sebagai bahan sandang dan serat alam yang dapat digunakan untuk membuat tali. Serat alam juga telah banyak digunakan untuk pembuatan kertas, pakaian, karpet, kantong kemasan makanan dan sebagainya. Karakteristik komposit berpenguat serat alam yang dihasilkan tergantung pada serat, penyebaran serat, dan interaksi antara serat dengan resin. Selain itu, sifatnya bergantung kepada ikatan permukaan antara resin dengan serat, sifat serat, ukuran serat, bentuk serat, jumlah serat dalam resin, teknik pemrosesan, dan penyebaran serat dalam resin [9]. Selain perlakuan kimia yang dapat menentukan sifat suatu komposit yang dihasilkan, juga dipengaruhi oleh beberapa kondisi serat seperti bagaimana serat itu diperoleh, ukuran, dan bentuk serat. Ukuran dan bentuk serat sangat diperlukan untuk tujuan tertentu seperti pemrosesan dan perekatan dengan resin. Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pengisinya. Semakin kecil

diameter serat maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material [10]. Selain itu, serat juga merupakan unsur yang terpenting, karena seratlh nantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan, kekuatan. Fungsi utama serat dalam komposit yaitu: (a) Sebagai pembawa beban, (b) memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas dan sifat-sifat lain dalam komposit, (c) memberikan konduktivitas pada komposit. Serat sabut kelapa yang direndam dalam larutan NaOH 5% dijadikan sebagai penguat komposit dengan resin poliester. Pengujian dilakukan untuk variasi perbandingan volume serat dengan resin yaitu 20%, 25%, dan 30% dan variasi panjang serat 5 mm, 10 mm, dan 15 mm. Setelah dilakukan pengujian kekuatan lentur diperoleh bahwa kekuatan dan regangan lentur mengalami peningkatan, dimana semakin tinggi fraksi volume dan panjang serat, semakin tinggi pula kekuatan dan regangan lenturnya [11]. Serat pelepah kelapa direndam dalam larutan NaOH 5% dengan variasi waktu perendaman, 1, 2, dan 4 jam. Kemudian digunakan sebagai penguat komposit dengan perbandingan volume serat dengan resin 25%. Setelah dilakukan pengujian lentur disimpulkan bahwa kekuatan lentur dari komposit yang dihasilkan menunjukkan peningkatan dengan bertambahnya waktu perendaman serat dalam larutan kimia NaOH [12].

II. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, dan Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin. Bahan-bahan yang digunakan seperti serat sabut kelapa yang didatangkan dari Kabupaten Sidenreng Rappang, natrium hidroksida, aquades, resin poliester BQTN tipe 157 dengan pengeras *metil etil keton peroxide* (MEKPO) 2% yang diperoleh dari toko-toko bahan kimia di Makassar. Peralatan yang digunakan seperti oven pengering, alat uji tarik dan lentur serat seperangkat media perendaman. Proses perlakuan serat, pembuatan komposit, dan pembuatan benda uji dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, sedangkan uji tarik dan lentur dilaksanakan di Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.

Serat sabut kelapa direndam dalam larutan natrium hidroksida dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20% selama 3 jam. Setelah itu diangin-anginkan pada suhu kamar sebelum dikeringkan dalam oven pada temperature 90°C selama 5 jam. Serat sabut kelapa kering dicampur dengan resin polyester dengan perbandingan 5% serat sabut kelapa sehingga diperoleh komposit serat sabut kelapa (KS2K). Metode yang akan digunakan dalam pembuatan komposit yaitu metode Lamina Basah, yang biasa disebut *Wet Lay Up* atau *Hand Lay Up*, seperti pada Gambar 1. Cetakan yang sudah siap diolesi *gel coat* atau *vaselin* agar diperoleh permukaan yang halus, rata, dan tidak lengket kemudian serat diletakkan dalam cetakan yang selanjutnya resin dibenamkan atau dituangkan kedalam susunan serat dengan bantuan roller atau kuas. Agar resin mengisi celah-celah antara serat dengan baik maka dilakukan penekanan dengan bantuan roller pada permukaan untuk membantu serat sepenuhnya terisi atau terbasahi oleh resin. Komposit dibiarkan mengeras pada tekanan atmosfer dan temperatur ruangan.



Gambar 1. Metode *Hand Lay Up*

Komposit yang diperoleh dari hasil cetakan tersebut, selanjutnya dibentuk sedemikian rupa untuk uji tarik mengikuti standar ASTM D638-03 sedangkan uji lentur mengikuti standar ASTM D790. Data-data yang diperoleh dari pengujian tarik berupa gaya atau beban dan perubahan panjang

digunakan untuk menentukan nilai tegangan tarik, dan regangan yang terjadi. Tegangan tarik maksimum diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_{maks} = \frac{F_{maks}}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dengan: σ_{maks} = tegangan tarik maksimum (N/m²)
 F_{maks} = beban maksimum (N)
 A = luas penampang bahan (m²)

Sedangkan nilai regangan diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

dengan: ε = Regangan (%)
 ΔL = Pertambahan panjang (m)
 L_0 = Panjang awal (m)

Untuk mengetahui tegangan lentur, diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_B = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (3)$$

dengan: σ_B = tegangan lentur maksimum (N/m²)
 P = beban maksimum (N)
 L = jarak tumpuan (m)
 b = lebar benda uji (m)
 d = tebal benda uji (m)

Data-data pengujian yang diperoleh akan dianalisa dengan menerapkan metode deskriptif dimana data-data maupun hasil perhitungan yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk selanjutnya dianalisa. Dalam kegiatan penelitian ini, notasi komposit yang digunakan untuk setiap perlakuan diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Notasi Perlakuan Serat Sabut Kelapa

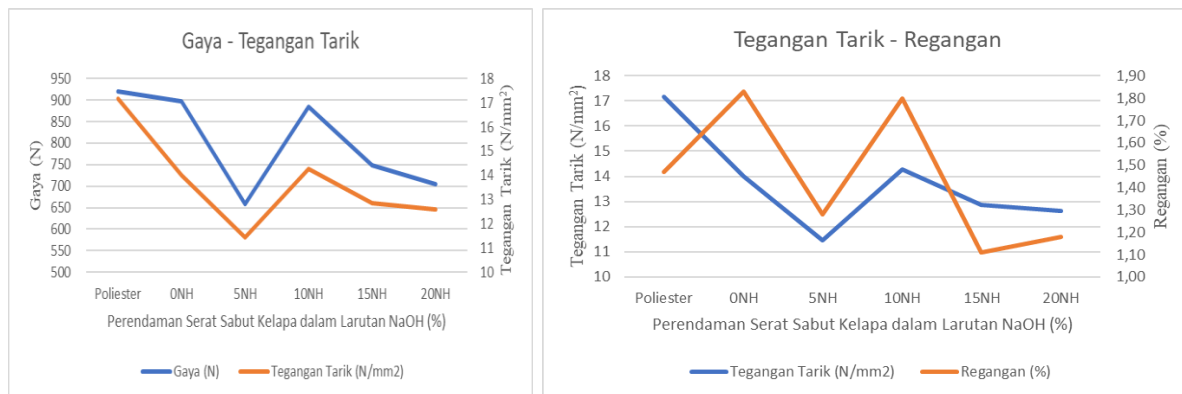
Notasi	Arti	Notasi	Arti
Poliester	Tanpa serat, hanya resin Poliester	10NH	Serat yang direndam dalam NaOH 10%
0NH	Serat tanpa direndam dalam NaOH	15NH	Serat yang direndam dalam NaOH 15%
5NH	Serat yang direndam dalam NaOH 5%	20NH	Serat yang direndam dalam NaOH 20%

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dengan data-data hasil pengujian yang diperoleh dan persamaan 1 dan 2, maka nilai rata-rata tegangan tarik maksimum dan regangan KS2K diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa

No	Persen Alkali	A	σ	ε
		mm ²	N/mm ²	%
1	Poliester	53.60	17.17	1.47
2	0NH	64.19	13.99	1.83
3	5NH	57.60	11.44	1.28
4	10NH	62.04	14.27	1.80
5	15NH	58.08	12.87	1.11
6	20NH	55.86	12.61	1.18



Gambar 2. (a) Gaya Maksimum- Tegangan Tarik, (b) Tegangan Tarik-Regangan

Tabel 2 dan Gambar 2(a) menunjukkan nilai tegangan tarik komposit serat sabut kelapa (KS2K). Nilai tegangan tarik resin poliester masih lebih tinggi dibandingkan dengan nilai tegangan tarik KS2K yaitu sebesar 17,17 N/mm². Sedangkan nilai tegangan tarik KS2K tertinggi diperoleh pada KS2K dengan penguat serat sabut kelapa yang telah direndam dalam larutan alkali 10% yaitu 14,27 N/mm². Gambar 2(b) menunjukkan nilai regangan komposit serat sabut kelapa (KS2K). Nilai regangan KS2K tertinggi diperoleh pada KS2K dengan penguat serat sabut kelapa tanpa perendaman yaitu 1,83 % kemudian diikuti oleh serat sabut kelapa yang telah direndam dalam larutan alkali 10% yaitu 1,80 %. Secara keseluruhan perendaman serat sabut kelapa dalam larutan NaOH belum mampu meningkatkan kekuatan tarik KS2K karena masih lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan tarik resin poliester. Resin poliester mampu menahan tegangan tarik sebesar 17,17 N/mm² namun saat putus resin poliester langsung hancur karena tidak ada serat atau penguat yang menahannya. Berbeda dengan komposit yang diberi penguat serat sabut kelapa, saat spesimen uji rusak tidak langsung putus dan hancur secara keseluruhan melainkan masih ditahan oleh serat sabut kelapa sebagai penguatnya. Hal ini menunjukkan bahwa serat sabut kelapa mampu menahan beban yang diterima sehingga KS2K tidak langsung putus melainkan ditahan oleh serat sabut kelapa yang digunakan. Meskipun tegangan tarik KS2K dibawah daripada resin poliester namun saat KS2K rusak akibat beban tarik, KS2K tidak langsung putus dan hancur.

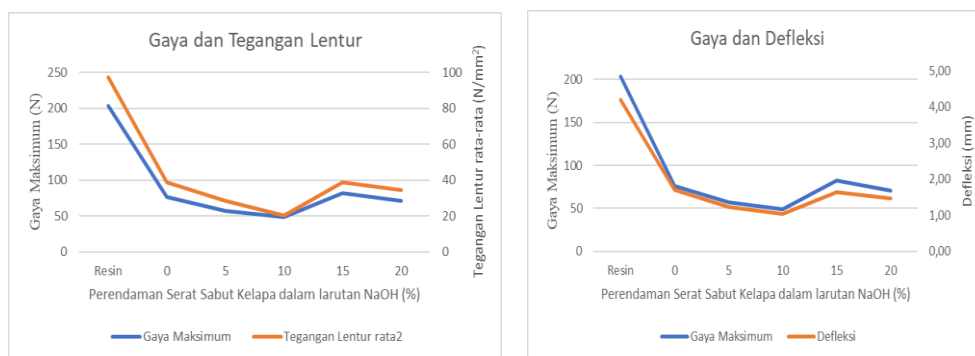
Berdasarkan dengan data-data hasil pengujian yang diperoleh dan persamaan 3, maka nilai rata-rata tegangan lentur maksimum KS2K diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata Tegangan Lentur KS2K

No.	Persen Alkali	Gaya maksimum	Defleksi	Tegangan Lentur	Modulus Elastis
		F (N)	δ (mm)	σ (N/mm ²)	E (N/mm ²)
1	Poliester	203.86	4.20	97.33	2,239.96
2	0NH	76.38	1.70	38.83	2,325.83
3	5NH	57.53	1.24	28.60	2,504.25
4	10NH	48.76	1.04	20.50	2,032.78
5	15NH	82.42	1.64	38.79	2,401.38
6	20NH	70.78	1.46	34.66	2,451.38

Tabel 3 dan Gambar 3(a) memperlihatkan nilai rata-rata tegangan lentur KS2K, baik serat yang direndam dalam larutan NaOH maupun yang tidak direndam, termasuk tegangan lentur resin poliester (tanpa serat). Tegangan lentur tertinggi diperoleh pada resin poliester (RP) yaitu sebesar 97.33 N/mm², diikuti secara berturut-turut: KS2K tanpa perendaman yaitu 38.83 N/mm² kemudian KS2K dengan

perendaman 15% NaOH yaitu 38.79 N/mm², kemudian KS2K dengan perendaman 20% NaOH yaitu 34,66 N/mm², kemudian KS2K dengan perendaman 5% NaOH yaitu 28,60 N/mm², kemudian KS2K dengan perendaman 10% NaOH yaitu 20.50 N/mm². Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut, tegangan lentur RP masih sangat tinggi dibandingkan dengan KS2K. Jumlah serat sabut kelapa yang digunakan dalam pembuatan KS2K yaitu sebanyak 5% (resin poliester 95%) dari komposisi komposit belum mampu meningkatkan kekuatan komposit berpenguat serat sabut kelapa. Hal ini berarti bahwa kekuatan serat sabut kelapa dengan volume sebanyak 5% lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan resin poliester sebanyak 5% sehingga menyebabkan kekuatan KS2K lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan resi poliester. Hal ini menunjukkan, prosentase serat sabut kelapa dalam komposit sangat menentukan kekuatan lentur KS2K. Sebagaimana serat pelepah kelapa dengan perbandingan volume serat dengan resin 25% memberikan kekuatan lentur meningkat sebanding dengan lama perendaman dalam larutan NaOH 5% [12]. Meningkatnya fraksi volume serat dalam komposit akan meningkatkan pula kekuatan tarik dan modulus elastisitasnya [11]. Bila dibandingkan dengan sesama KS2K, maka KS2K dengan serat sabut kelapa tanpa perendaman memberikan tegangan lentur tertinggi yaitu 38,83 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa perendaman serat sabut kelapa dalam larutan NaOH belum mampu meningkatkan tegangan lentur KS2K saat prosentase serat ssabut kelapa dengan resin hanya 5%. Namun demikian, modulus elastis tertinggi yaitu 2.504,25 N/mm² diperoleh pada komposit serat sabut kelapa yang direndam dalam larutan NaOH 5%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kekuatan lenturnya rendah namun penggunaan serat sabut kelapa tetap memberikan keuntungan terhadap komposit yaitu meningkatkan modulus elastis komposit, dimana modulus elastis suatu material menunjukkan sifat kekakuan material tersebut.



Gambar 3. Grafik (a) Gaya Maksimum- Tegangan Lentur, (b) Gaya Maksimum-Defleksi

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dijelaskan pada bagian ini

- Tegangan tarik, dan lentur resin poliester masih lebih tinggi dibandingkan dengan komposit serat sabut kelapa.
- Perandaman serat sabut kelapa ke dalam larutan NaOH belum mampu meningkatkan kekuatan KS2K dengan komposisi 5%.
- Regangan tertinggi sebesar 1,83% diperoleh pada komposit dengan serat sabut kelapa tanpa perendaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih tak terhingga kepada Pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang karena kegiatan penelitian ini terlaksana atas bantuan dana dari Politeknik Negeri Ujung Pandang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pardi, R., Polaris, N. 2015. The Use of Composite Materials Alternative Fiberglass (Coco Fibers & Rags) On Fiberglass Ship In Traditional Shipyards Bengkalis Regency. *Kapal*, 12(3):121-132.

- [2] Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T., 2005. Natural Fibers, Biopolymers, And Biocomposites. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
- [3] Aguswandi, Muftil Badri, M., Yohanes. 2016. Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Alternatif Pengganti Kayu Untuk Pembuatan Kapal Tradisional. *Jom FTEKNIK* 3(2):1-7.
- [4] Arsyad, M., Wahyuni, N., 2015. Analisis Pengaruh Lama Perendaman Serat Sabut Kelapa Dalam Larutan Natrium hidroksida Terhadap Sifat-Sifat Serat Sabut Kelapa. *Sinergi*. 13(2):101-110.
- [5] Djafri, Sriati. 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- [6] Marsyahyo, E., 2009. *Perlakuan Permukaan Serat Rami (Boehmeria nivea) dan Kompatibilitas Serat-Matrik pada Komposit matrik Polimer* : Disertasi, Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- [7] Daulay, L.R., 2009. *Adhesi Penguat Serbuk Pulp Tandan Kosong Sawit Teresterifikasi Dengan Matriks Komposit Polietilena* : Disertasi. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [8] Jamasri. 2008. *Prospek Pengembangan Komposit Serat Alam di Indonesia* : Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- [9] Khalil, H.P.S.A., Alwani, M.S., Omar, A.K.M. 2006. Chemical Composition, Anatomy, Lignin Distribution, and Cell Wall Structure of Malaysian Plant Waste Fibers. *J.Bioresources* 1 (2): 220 – 232.
- [10] Hartanto, L., 2009. *Study Perlakuan Natrium hidroksida dan Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending, Tarik, dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester BQTN 157* : Skripsi. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [11] Astika, I. M., Lokantara, I. P., dan Karohika, I.M.G. 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur*: 6(2): 95-202.
- [12] Sari, N.H., Fajrin, J. 2018. Sifat Mekanik dari Komposit Poliester-Serat Pelepah Kelapa: Efek Perendaman Serat dalam Larutan Kimia Alkali. *Jurnal Teknik Mesin*: 07(2): 57-61.