

Analisis Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa sebagai Alternatif Material Dinding Ruang Akomodasi Interior Kapal

Virginia Kusuma Pratiwi^{1*}, Mohamad Hakam², Widya Emilia Primaningtyas³

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Teknik Bangunan Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: virginiakusuma5@gmail.com

Abstract – Indonesia is a maritime country so that ships are transportation that supports economic movement. The government's policy of prioritizing the maritime sector in national development has a positive impact on the domestic shipping industry. The shipping industry over time considered the use of composites as a substitute for wood. This innovation is expected to be environmentally friendly because it is a way of treating waste. The lack of use of coco fiber and fly ash as plantation waste and industrial fuel combustion can be used as opportunities for new environmentally friendly raw materials. It is necessary to use coconut fiber as an alternative natural fiber to synthetic fiber as a reinforcing element from fly ash as a filler in the manufacture of composites. Coconut coir fiber as a reinforce was delignified using 5% NaOH for 120 minutes to reduce the lignin content in the fiber. Analysis of the strength of mechanical properties through tensile tests in accordance with ASTM D638-14 on composite specimens with variations in the addition of reinforcement as much as 10% and 30%, and various variations in the percentage of adding fly ash of 0%, 5%, and 15% to the reinforce. The variation of the composite mixture to the highest tensile strength was obtained by adding 30% reinforce. Specimen 9 with fly ash filler of 15% produced a tensile strength of 27.09 MPa. The mixture of adding reinforcement and filler substitution in coconut fiber composites has a strengthening effect on the tensile strength of the composite. The resulting composite can be used for bulkhead wall material for ship interior accommodation in accordance with SNI 01-4449-2006 regarding fiberboard..

Keyword: Coir Fiber, Composite, Fly Ash

Nomenclature

m	massa (kg)
v	volume (mL)
\square	densitas (gr/mL)
\square_t	kekuatan tensile (MPa)
W	lebar bagian sempit (mm)
L	panjang bagian sempit (mm)
W_o	lebar keseluruhan (mm)
L_o	panjang keseluruhan (mm)
G	Panjang pengukur (mm)
R	radius fillet (mm)

1. PENDAHULUAN

Indonesia dijuluki negara maritim karena itu Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Sekitar 62% luas wilayah Indonesia merupakan lautan dan perairan yang memiliki 17.504 pulau yang ada di Indonesia. Sektor transportasi yang sesuai di Indonesia yaitu perkapalan, daya produksi di industri maupun pada galangan semakin bertambah seiring dengan adanya waktu. Material yang digunakan juga beragam dari kapal berbahan baja, kayu, ferro cement dan fiberglass. Interior kapal sangatlah penting sebagai pembuatan kapal. Maka, dari itu seiring berkembangnya waktu diperlukan riset-riset untuk dapat berkembang mengenai bahan

baku untuk interior yang ada di Indonesia, dengan harapan memperbaiki kualitas.

Kapal mempunyai berbagai ruangan akomodasi yang memiliki banyak kebutuhan fasilitas untuk memenuhi penumpang. Penataan sebuah ruangan pada kapal sangat penting dari perlu diperhatikan beberapa hal supaya desain interior kapalnya menjadi benar dan menarik. Perbedaan antar ruang dibedakan dengan adanya panel sekat. Sekat atau partisi sama fungsinya seperti dinding sehingga menciptakan privasi sendiri. Perkembangan desain mengakibatkan bentuk, jenis, material sekat semakin beragam. Dengan adanya komposit jenis ini diharapkan akan mengurangi penebangan kayu yang lebih ramah lingkungan. Komposit jenis ini juga jauh lebih awet karena tidak mengalami pelapukan. Adanya penelitian komposit memanfaatkan limbah sabut kelapa dan penambahan fly ash menjadi daya guna baru untuk interior sekat dinding kapal.

Fly ash berasal dari produk sisa abu terbang pembakaran batu bara. Pada umumnya fly ash berbentuk bola padat atau berongga berwarna kehitaman. Sebagai pengganti talkum dengan fly ash merupakan pilihan yang tepat karena bisa memanfaatkan limbah batu bara menjadi nilai guna tinggi. Menurut kementerian energi dan

sumber daya mineral, Indonesia penghasil residu faba sebesar 16,2 juta ton, pemanfaatan hanya sebesar 10% saja. pemanfaatan yang cukup relatif sedikit ini dapat menimbulkan penumpukan tahun demi tahun.

Banyak pantai di Indonesia, sehingga Indonesia memiliki banyak tanaman pantai yang sering dijumpai seperti pohon kelapa. Luas tanaman pohon kelapa di Indonesia mencapai 3.728.600 Ha, peringkat pertama di dunia dalam peringkat pertama pada tahun 2016 mencapai angka 18.3 juta. Buah kelapa mempunyai banyak manfaat hampir semua bagian bisa untuk keperluan manusia. Air kelapa selain menyegarkan juga dapat dibuat sebagai kesehatan karena manfaat air kelapa yang bagus baik untuk tubuh. Daging buah kelapa juga dapat dimakan dan diolah sebagai santan dan masih banyak lagi dari pemanfaatan dari kelapa seperti akar, batang dan daunnya. Setelah dikonsumsi kelapa meninggalkan limbah padat yaitu sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan. Limbah sabut kelapa ini mencapai 1,7 juta ton per tahunnya. Adanya sabut kelapa yang tidak dimanfaatkan tersebut seharusnya dapat dimanfaatkan lagi secara optimal dalam produksi yang dapat membuat nilai daya guna bertambah.

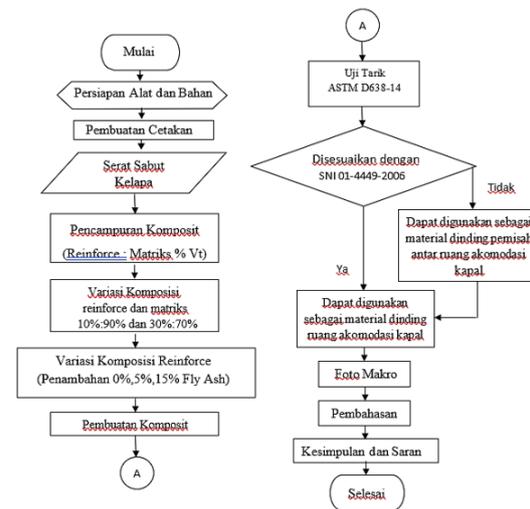
Manfaat sabut kelapa bisa juga di dapat melalui serat sabut kelapa tersebut. Serat ini merupakan material alami yang tidak bisa di perbarui (non renewable) dalam proses pembuatan komposit. Untuk memperbaiki lingkungan pemanfaatan serat sabut kelapa dapat di gunakan sebagai komposit. Adanya komposit ini selain menambah nilai ekonomis juga dapat menjadi komposit yang ramah lingkungan yang tidak membahayakan kesehatan. Keuntungan lainnya yaitu serat sabut kelapa ini dapat diperbarui dan adanya komposit serat kelapa dengan tambahan penguat yaitu fly ash memiliki berat lebih ringan di dibandingkan serat sintesis (Astika al., 2013). Penambahan komposit jenis ini dapat di manfaatkan sehingga dapat di kembangkan agar di dihasilkan komposit yang lebih sempurna dan berguna.

Komposit terdiri dari penyusunan reinforce dan matriks yang merupakan komponen utamanya. Menggunakan jenis resin thermosetting epoxy dan hardener sebagai penyusun matriksnya. Serat sabut kelapa sebagai reinforce alami dan penambahan fly ash dalam penggabungan komposit jenis ini yang nantinya dilakukan pengujian tarik. Untuk mendapatkan seratnya saja dengan cara proses delignifikasi. Proses yang mengurangi lignin dari bahan dasar yaitu sabut kelapa sehingga menghasilkan selulosa dengan kemurnian yang baik. Proses ini berpengaruh terhadap hasil serat sabut kelapa semakin lama proses yang dilakukan akan berpengaruh terhadap kekuatan serat. Kekuatan

serat akan berpengaruh terhadap campuran matriks yaitu thermosetting epoxy dan penambahan fly ash. Komposisi campuran serat dan matriks merupakan hal yang penting untuk sebuah komposit, maka dari itu perlunya komposisi yang sesuai agar mendapat kekuatan yang optimum untuk diuji berupa uji tarik. Berdasarkan uraian di atas, penulis melakukan penelitian pembuatan komposit serat sabut kelapa dengan penambahan fly ash sebagai panel sekat pengganti kayu yang ramah lingkungan. Hasil penelitian diharapkan mampu menambah informasi mengenai teknologi komposit yang memanfaatkan bahan alami dan aman lagi manusia.

2. METODOLOGI

Dalam pengembangan penelitian komposit alami ini terdapat beberapa proses yang harus dilalui. Berikut merupakan proses penyusunan penelitian :



2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan komposit.

1. Mesin Uji Tarik
Mesin ini digunakan untuk kekuatan tarik pada material komposit serat sabut kelapa, dilakukan pengujian di Universitas Jember dengan kapasitas mesin uji tarik 100 kN.
2. Serat Sabut Kelapa
Serat digunakan bagian mesocarp berupa selimut serat kasar kelapa.
3. Fly ash
Bahan sebagai filler reinforcement pada komposit.
4. Epoxy Resin
Resin yang bagus untuk campuran dengan hardener sebagai matriks komposit.

2.2 Variasi Komposisi Komposit

Peneliti menggunakan 3 variabel bebas yang digunakan sebagai berikut:

No.	Komposisi Reinforce	Komposisi Fly ash (%)		
		0%	5%	15%
1	10 %	1a	1b	1c
2	30 %	2a	2b	2c

Keterangan :

- 1a : Reinforce dan matriks 10%: 90% dengan penambahan komposisi fly ash 0%
- 1b : Reinforce dan matriks 10%:90% dengan penambahan komposisi fly ash 5%
- 1c : Reinforce dan matriks 10%:90% dengan penambahan komposisi fly ash 15%
- 2a : Reinforce dan matriks 30%:70% dengan penambahan komposisi fly ash 0%
- 2b : Reinforce dan matriks 30%:70% dengan penambahan komposisi fly ash 5%
- 2c : Reinforce dan matriks 30%:70% dengan penambahan komposisi fly ash 15%

2.3 Pembuatan Spesimen Komposit

Penujian tarik dilakukan menggunakan standard pengujian ASTM D-638 kemudian disesuaikan SNI 01-4449-2006 mengenai papan serat.

2.4 Pengamatan Foto Makro

Foto makro untuk mengambil gambar dengan perbesaran tertentu menggunakan kamera digital.

2.5 Uji Statistik

Uji statistika dilakukan dengan metode two way ANOVA memiliki dua variabel independen menggunakan aplikasi Minitab 19. Hipotesis dengan rumusan dituliskan dengan H0 dan H1. Dimana H0 memiliki rata-rata perlakuan adalah sama atau dapat dikatakan tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respon. Sedangkan H1 memiliki arti ada pengaruh perlakuan terhadap respons.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

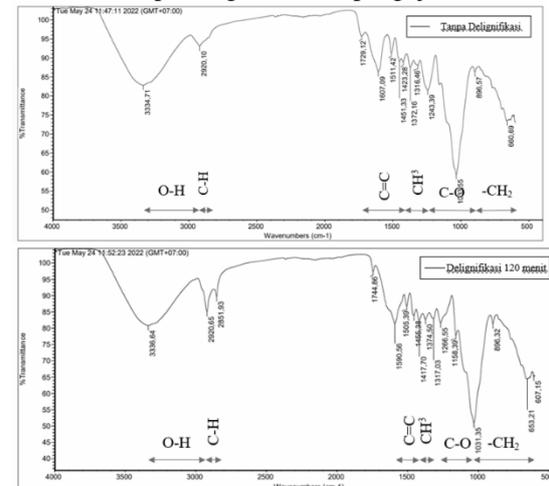
3.1 Hasil Delignifikasi

Ujian massa jenis ini menggunakan metode piknometer, massa jenis dilakukan pada serat sabut kelapa sesudah dan sebelum perlakuan delignifikasi. Tabel delignifikasi dengan NaOH sebanyak 5%.

Waktu Delignifikasi	Massa jenis (ρ)
0 menit	1,28 gr/mL
120 menit	1,17 gr/mL

Lama proses delignifikasi dilakukan menghasilkan nilai massa jenis yang semakin menurun, hasil penurunan massa serat sebesar 22%.

Uji FTIR dilakukan untuk menganalisis penurunan lignin yang terjadi pada serat sebelum dan setelah mendapat perlakuan delignifikasi. Berikut merupakan grafik hasil pengujian FTIR:



3.2 Perhitungan Kebutuhan Serat dan Resin

Untuk menentukan kebutuhan serat dan resin pada spesimen uji tarik dapat dilakukan perhitungan, hasil perhitungan kebutuhan serat, resin dan katalis dapat dilihat pada Tabel berikut:

Reinforce Matriks (%)	fly ash (%)	rat (r)	fly ash (gr)	resin (gr)	hardener (gr)
10 : 90	0	1,84	0	8,29	7,08
	5	1,75	0,39		
	15	1,57	1,18		
30 : 70	0	5,52	0	6,46	5,51
	5	5,25	1,18		
	15	4,70	3,54		

3.3 Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada 18 specimen dengan 2 variabel bebas, dengan masing-masing variabel memiliki 3 variasi. Pengujian tarik dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada setiap variasinya.

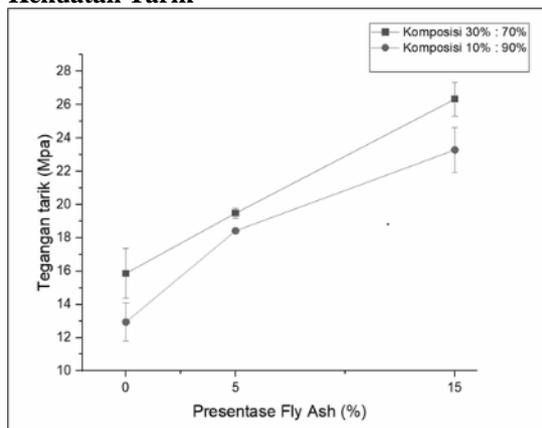
Reinforce	0%		5%		15%	
	σ_{max} (MPa)	Rata-rata (MPa)	σ_{max} (MPa)	Rata-rata (MPa)	σ_{max} (MPa)	Rata-rata (MPa)
10%	11.81	12.94	18.48	18.42	22.18	23.28
	12.91	±	18.36	±	22.90	±
		1.15		0.06		1.34
30%	14.89	15.86	19.16	19.48	25.18	26.33
	15.10	±	19.74	±	26.71	±
	17.59	1.50	19.55	0.29	27.09	1.01

Berdasarkan Tabel rata-rata kekuatan tarik dengan orientasi komposisi reinforce 10% dengan komposisi fly ash 0% adalah 12.94 MPa dengan nilai standar deviasi kurang lebih 1.15. Pada komposisi fraksi fly ash 5% rata-rata kekuatan tariknya meningkat menjadi 18.42 MPa dengan standar deviasi kurang lebih sebesar 0.06. Kemudian pada komposisi fly ash 15% kekuatan turun menjadi 23.28 MPa dengan standar deviasi adalah 1.34.

Rata-rata kekuatan tarik dengan orientasi komposisi reinforce 30% dengan komposisi fly

ash 0% sesuai Tabel 4.4 adalah 15.86 MPa pada variasi ini nilai standar deviasinya adalah 1.50. Pada komposisi fraksi fly ash 5% kekuatannya turun menjadi 19.48 MPa dengan standar deviasi kurang lebih 0.29. Kemudian pada komposisi fly ash 15% kekuatan tarik semakin turun menjadi 26.33 MPa dengan nilai standar deviasi kurang lebih 1.01.

3.4 Hubungan Antara Komposisi terhadap Kekuatan Tarik



Berdasarkan grafik pada Gambar di atas dapat dilihat bahwa penambahan filler fly ash dapat meningkatkan kekuatan tarik pada komposit. Penambahan fly ash dapat mengurangi terjadinya void yang ada, sehingga dapat memperbaiki struktur komposit. Dengan demikian, adanya infiltrasi tersebut dapat meningkatkan kemampuan komposit dalam pengujian tarik. Oleh karena itu, kekuatan tarik komposit dengan penambahan filler fly ash lebih besar dibandingkan dengan komposit tanpa filler fly ash. Penambahan filler fly ash juga mempengaruhi kekerasan pada komposit. Selain itu komposisi reinforce dapat mempengaruhi kekerasan dari komposit. Komposisi komposit 30% reinforce lebih besar kekuatan tarik dari pada komposisi komposit 10% reinforce. Nilai kekuatan tarik dipengaruhi juga dengan banyak serat sabut kelapa pada komposit.

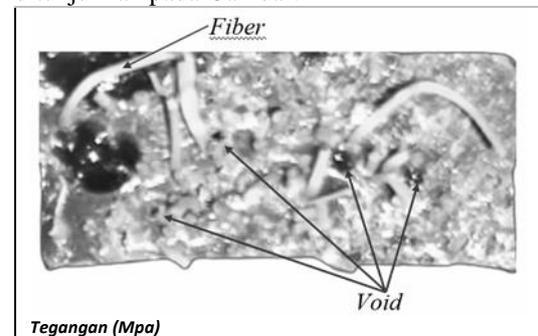
3.5 Hasil Pengamatan Makro Komposit 30% Reinforce dan Penambahan Fly Ash 15%

Berikut Gambar yang merupakan foto makro hasil patahan komposit dengan menggunakan komposisi 30% reinforce dan penambahan fly ash 15%.



Dari perhitu Berdasarkan Gambar dapat diketahui bahwa moda patahan yang terjadi pada spesimen yang menggunakan komposisi 30%

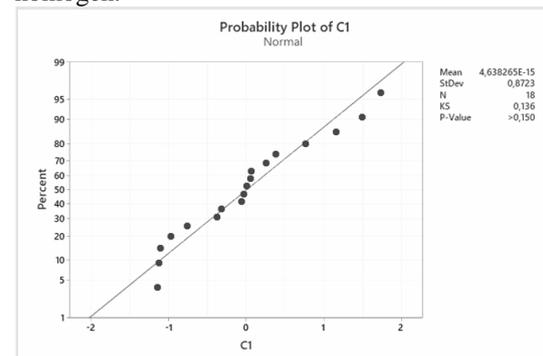
reinforce penambahan 15% fly ash memiliki spesimen yang kokoh dan padat. Terjadi akibat sedikit void yang terlihat pada campuran komposit komposisi 30% reinforce dan penambahan fly ash 15% ini lebih baik pembuatan komposit. Berikut merupakan foto makro spesimen 2C dengan perbesaran 5x yang ditunjukkan pada Gambar.



Berdasarkan Gambar 4.11 diatas, dapat dilihat campuran reinforce yang lebih banyak dan padat mengakibatkan sedikitnya void yang berada di dalam spesimen komposit ini. Sehingga mengakibatkan perekat cukup baik untuk menerima tegangan yang terjadi.

3.6 Uji Statistik

Ujian statistika ini analisis yang digunakan adalah ANOVA. ANOVA terdapat dua jenis yaitu satu arah dan dua arah, pada penelitian ini digunakan jenis dua arah karena pada penelitian ini terdapat dua variabel bebas yang mempengaruhi. Sebelum melakukan pengujian ANOVA dilakukan Uji Normalitas dan Uji Homogenitas terlebih dahulu untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal dan bersifat homogen.



Hasil uji normalitas yang telah dilakukan menggunakan software Minitab-19 pada 6 variasi dibandingkan dengan nilai P-Value menggunakan nilai signifikan sebesar 0,05. Apabila nilai P-Value lebih besar dari pada nilai signifikan ($\alpha = 0,05$) maka H0 diterima dan H1 ditolak. Maka dapat dikatakan bahwa sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
--------	----	--------	--------	---------	---------

Komposisi reinforce : matrik	1	24,664	24,664	22,88	0,000
Komposisi Fly Ash	2	326,478	163,239	151,43	0,000
Komposisi reinforce:matrik* Komposisi Fly Ash	2	3,704	1,852	1,72	0,221
Error	12	12,936	1,078		
Total	17	367,781			

Pada analisis ini menggunakan tingkat signifikansi α 0.05. Berdasarkan hasil ANOVA pada Tabel 4.7 dapat diketahui nilai p-value dan F-value. Kemudian F-tabel diperoleh pada tabel F-distribution. Dengan melihat Tabel 4.7 dapat diketahui kesimpulan mengenai hipotesis dari variabel komposisi dan orientasi. Pada variabel komposisi nilai p-value adalah 0.000 yang artinya lebih kecil dari tingkat signifikansi α , sehingga H₀ ditolak. Selain itu nilai F-value juga lebih besar dari nilai F-tabel, dimana F-value bernilai 22,88 sedangkan F-tabel adalah 24,664 sehingga H₀ ditolak. Jika H₀ ditolak maka H₁ diterima, artinya variabel komposisi memiliki pengaruh terhadap hasil pengujian tarik.

Sedangkan hipotesis untuk variabel orientasi p-value yang dihasilkan adalah 0.000 dimana nilai tersebut lebih kecil dari α . Kemudian hasil F-value adalah 151,43 nilai F-value lebih besar dari F-tabel. Berdasarkan perbandingan nilai p-value dengan α dan F-value dengan F-tabel, hasilnya adalah tolak H₀. Apabila H₀ ditolak maka H₁ diterima, artinya variabel orientasi memiliki pengaruh terhadap hasil pengujian tarik.

4. KESIMPULAN

Setelah didapatkan hasil analisis pengaruh filler fly ash dan komposisi komposit sabut kelapa terhadap kekuatan tarik, berdasarkan acuan SNI 01-4449-2006 tentang papan serat. Komposit serat sabut kelapa dengan pengujian tarik ini dengan tegangan tertinggi sebesar 26,33±1,01 MPa dan nilai tarik yang dipersyaratkan SNI sebagai papan serat sebesar 21 MPa. Informasi mengenai pengaruh filler fly ash pada komposit sabut kelapa sebagai dinding pemisah antar ruang akomodasi interior kapal menjadi nilai lebih pada penelitian ini yang belum tercantum pada penelitian sebelumnya. Adanya penelitian ini berguna untuk menjadi campuran material baru bagi dunia interior, juga berbahan yang relatif lebih terjangkau dan selain itu ramah lingkungan dan baik untuk kesehatan manusia.

5. PUSTAKA

- [1] BArsyad, M., Suyuti, M., Hidayat, M., & Pajarrai, S. (2014). Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Sinergi*, p.101-113.
- [2] ASTM D638-14 (2015). Standarrs Test Method For Tenstile Propertie Of PlasticsI

- [3] Atlas, World. (2016). "Indonesia, negara produsen kelapa terbesar di dunia", <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/01/06/indonesia-negara-produsen-kelapa-terbesar-di-dunia#>, di akses pada 24 Januari 2021.
- [4] Gibson , F. (1994). *Principle of Composite Material Mechanis*. International Edition McGraw. Hill Inc. New York.
- [5] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). Abu Batu Bara (FABA). 09i sebagai-bahan-bangunan-pencegahan-air-asam-tambang-dan-pupuk.
- [6] Maryanti, Budha; Soenif, A. As'ad; dan Wahyudi, Slamet. 2011. "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester terhadap Kekuatan Tarik". *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol. 2, No. 2, pp. 123-129.
- [7] Prabowo, Lukas. (2007). Pengaruh Perlakuan Kimia pada Serat Kelapa (Coir Fiber) terhadap Sikap Mekanis Komposit Serat dengan Matrik Polyester. *Teknik mesin, Fakultas sains dan Teknologi, Universitas Shanata Dharma*. PP 16-17.
- [8] MuhammadiyahSurakarta, Surakarta.Yayuk Astusi, 2021. *Media Komunikasi Teknik Sipil Fly Ash Pembakaran Batubara sebagai Zat mineral Tambahan (Additive) untuk Perbaikan Kualitas dan Kuat Tekan*.Setiahadi, E. (2016). *Analisa Fatigue Life Graving Dock Gate dengan Metode Simplified*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.