

PULL AND BENDING FORCE USING FIBERGLASS WR EPOXY COMPOSITE MATERIALS AND FIBER CARBON EPOXY

Alphario Rachmatino Yudiana

Jurusan Teknik Dirgantara-Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

alphario95@gmail.com

Abstract

Bending testing is carried out in the lab. Nurtanio Adisutjipto College of Technology Yogyakarta uses the Gotech Testing Machine INC (Universal Testing Machine) UTM testing machine where the results obtained in the test are in the form of a graphic in which the maximum load value, elastic modulus, area, yield point and span have been obtained. From the results of these tests, we can compare the average value of the maximum load and the modulus of elasticity received in each specimen with variations in carbon fiber and WR fiberglass.

Keyword : *INC, Fiber, bending and UTM*

1. Latar Belakang

Pesawat tanpa awak PUNA (Pesawat Udara Nir Awak) adalah jenis pesawat terbang yang dikendalikan alat sistem kendali jarak jauh lewat gelombang radio. Pada dasarnya PUNA adalah pesawat yang dapat dikendalikan jarak jauh untuk menjalankan misi tertentu. Dewasa ini penggunaan dari PUNA diaplikasikan pada berbagai bidang. Pentingnya pemilihan material yang digunakan sebagai bahan pembuatan pesawat tanpa awak PUNA itu sendiri menjadi sangat penting [1][2][3][4]. Penelitian ini dilakukan untuk membuat dan menganalisis kekuatan dari material yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan PUNA dengan menggunakan bahan material komposit. Bahan komposit yang akan diteliti adalah campuran resin epoxy dengan fiberglass WR (Wofen Roving) dan resin epoxy dengan fiber carbon. Melalui penelitian ini diharapkan didapatkan suatu bahan komposit yang ringan dan memiliki sifat mekanik (mechanical properties) yang baik [5][6][7]. Dengan adanya pengembangan dari PUNA itu sendiri, maka diharapkan pengembangan dari sisi material harus lebih ringan namun kuat untuk bagian seperti badan dan sayap pesawat itu sendiri. Sehingga dalam penelitian ini penulis akan melakukan pengujian spesimen pada material komposit fiberglass WR epoxy dan fiber carbon epoxy yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari hasil material yang akan dibuat [7][8][9][10].

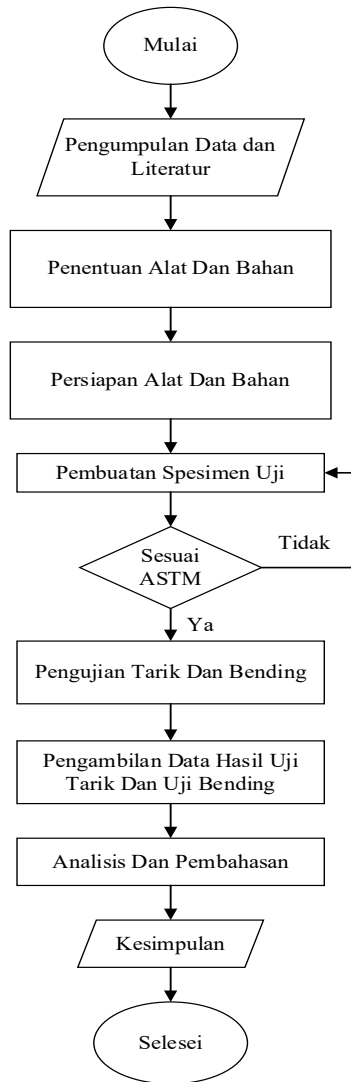
2. Metodologi Penelitian

PUNA 5774-*Trainer* adalah jenis pesawat fixed wing dengan misi untuk pelatihan pilot PUNA sebelum pada akhirnya dapat menerbangkan pesawat PUNA yang sebenarnya. PUNA 5774-*Trainer* [11]. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode penelitian antara lain metode observasi, literature dari berbagai riset sebelumnya. Berikut alur penelitian dalam penelitian ini adalah

a. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Pengumpulan data dan studi literatur dilakukan dengan membaca penelitian sebelumnya, jurnal dan buku literatur yang berhubungan dengan tema permasalahan yang akan dibahas. Adapun selain membaca juga menggunakan metode wawancara, yaitu dengan mewawancarai orang yang memahami tentang hal yang akan diteliti.

- b. Penentuan Alat dan Bahan
Bertujuan untuk menyiapkan segala bentuk alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan spesimen.
- c. Pengolahan Data dan Pembahasan
Pengolahan data yang telah didapatkan dari pengumpulan data kemudian diolah sesuai dengan rumusan masalah dan pembahasan.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian Tarik dilakukan di lab. Nurtanio Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta menggunakan mesin uji UTM (*Universal Testing Machine*) merk *Gotech Testing Machine INC* dimana hasil yang didapat pada penujian berupa grafik yang di dalamnya sudah didapatkan nilai beban maksimum, modulus elastisitas, area, *yield point* dan *yield strength*. Dari hasil pengujian tersebut, kita dapat membandingkan nilai rata-rata beban maksimum dan modulus elastis yang diterima pada setiap specimen dengan variasi bahan *fiber carbon* dan *fiberglass wr*.



Gambar 2. Hasil Pengujian Tarik Fiber carbon Dan Fiberglass WR

Tabel 1. Hasil Patahan Spesimen Uji Tarik *Fiber Carbon Epoxy*

Spesimen	Kode	Tipe Patahan	Area Patahan	Lokasi
A	DGM	<i>Edge Delamination</i>	<i>Gage</i>	<i>Middle</i>
B	DGM	<i>Edge Delamination</i>	<i>Gage</i>	<i>Middle</i>
C	DGM	<i>Edge Delamination</i>	<i>Gage</i>	<i>Middle</i>
D	DGM	<i>Edge Delamination</i>	<i>Gage</i>	<i>Middle</i>
E	DGM	<i>Edge Delamination</i>	<i>Gage</i>	<i>Middle</i>

Berdasarkan kode kegagalan uji Tarik dalam ASTM D3090 spesimen A, B, C, D, dan E mengalami bentuk patahan sesuai kode DGM dengan tipe patahan (*failure type*) *edge delamination*, area patahan (*failure type*) *gage*, lokasi patahan (*failure location*) *middle*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Spesimen Uji Tarik *Fiberglass WR*

Spesimen	Kode	Tipe Patahan	Area Patahan	Lokasi
A	LAT	<i>Lateral</i>	<i>At Grip</i>	<i>Top</i>
B	LAT	<i>Lateral</i>	<i>At Grip</i>	<i>Top</i>
C	LAT	<i>Lateral</i>	<i>At Grip</i>	<i>Top</i>
D	LAT	<i>Lateral</i>	<i>At Grip</i>	<i>Top</i>
E	LAT	<i>Lateral</i>	<i>At Grip</i>	<i>Top</i>

Berdasarkan kode kegagalan uji Tarik dalam ASTM D3090 spesimen A, B, C, D, dan E mengalami bentuk patahan sesuai kode LAT dengan tipe patahan (*failure type*) *lateral*, area patahan (*failure type*) *at grip*, lokasi patahan (*failure location*) *top*. Adapun data dari hasil pada saat pengujian tarik komposit untuk bahan *fiber carbon* dan *fiberglass wr* adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik *Fiber Carbon Epoxy*

Spesimen	Max Load		Area	Elastic Modulus		Yield Point	Yield Strength
	Kgf	N		Mm	kgf/mm ²		
A	3.240,690	31.780,31	42,5	61,57	603,7954	1026,018	74,237
B	3.795,3	37.219,18	44,2	75,092	736,401	1081,074	76,706
C	2.019,045	19.800,07	44,2	63,706	624,7424	1291,455	57,262
D	3.961,592	38.849,95	42,5	74,161	727,271	1470,952	65,494
E	4.725,408	46.340,42	44,2	96,384	945,2042	1544,441	99,487
rata-rata	3.548,407	34.797,99	43,520	74,18	727,483	1.282,79	74,637

Berdasarkan hasil uji tarik pada spesimen *fiber carbon epoxy* dengan menyesuaikan ukuran dalam ASTM D3090 didapatkan nilai rata-rata pada spesimen A, B, C, D, dan E dengan nilai *max load* 34.797,99 N, *elastic modulus* 727,483 MPa, dan *yield strength* 74,637 kgf/mm².

Tabel 4. Hasil Pengujian Tarik *Fiberglass WR Epoxy*

Spesimen	Max Load		Area	Elastic Modulus		Yield Point	Yield Strength
	Kgf	N		Mm	kgf/mm ²		
A	1.552,560	15.225,41	62,5	22,211	217,8155	568,576	23,384
B	1.201,732	11.784,97	62,5	17,679	173,3718	475,297	17,332
C	1.213,118	11.896,62	62,5	17,112	167,8114	484,27	18,602
D	1.656,271	16.242,47	62,5	23,391	229,3874	634,679	24,479
E	1.295,357	12.703,11	62,5	19,222	188,5034	509,452	18,577
rata-rata	1.383,808	13.570,52	62,500	19,92	195,378	534,45	20,475

Berdasarkan hasil uji tarik pada spesimen *fiberglass WR epoxy* dengan menyesuaikan ukuran dalam ASTM D3090 didapatkan nilai rata-rata pada spesimen A, B, C, D, dan E dengan nilai *max load* 13.570,52 N, *elastic modulus* 195,378 MPa, dan *yield strength* 20,475 kgf/mm². Data yang sudah didapat akan dihitung kembali untuk mendapatkan nilai tegangan tarik dan regangan pada komposit *fiber carbon* dan *fiberglass wr*. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari nilai tegangan tarik dan regangan pada spesimen D komposit *fiberglass wr epoxy* menggunakan persamaan 2.12:

Diketahui:

- l = 250mm (Panjang Spesimen)
- w = 25mm (Lebar Spesimen)
- t = 2,5mm (Tebal Spesimen)
- P = 1.656,271kgf (Max Load Spesimen)
- E = 23,391kgf/mm² (Elastic Modulus Spesimen)

$$\sigma_i = \frac{P_i}{A}$$

$$\sigma_i = \frac{1.656,271 \text{ kgf}}{62,5 \text{ mm}}$$

$$\sigma_i = 26,500 \text{ kgf/mm}^2$$

$$\sigma_i = 259,880 \text{ MPa}$$

Pada hasil pengujian didapatkan nilai dari modulus elastisitas, maka untuk menghitung nilai regangan menggunakan *ASTM D3039*

$$\Delta\epsilon = \frac{\Delta\sigma}{E^{chord}}$$

$$\Delta\epsilon = \frac{26,500 \text{ kgf/mm}^2}{23,391 \text{ kgf/mm}^2}$$

$$\Delta\epsilon = 1,133$$

$$E^{chord} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon}$$

$$E^{chord} = \frac{26,500}{1,133}$$

$$E^{chord} = 23,289 \text{ kgf/mm}^2$$

Sehingga selisih dari nilai antara perhitungan modulus elastisitas secara manual dan dari hasil pengujian adalah $0,005 \text{ kgf/mm}^2$.

Tabel 5. Nilai Tegangan Dan Regangan Uji Tarik Fiber Carbon Epoxy

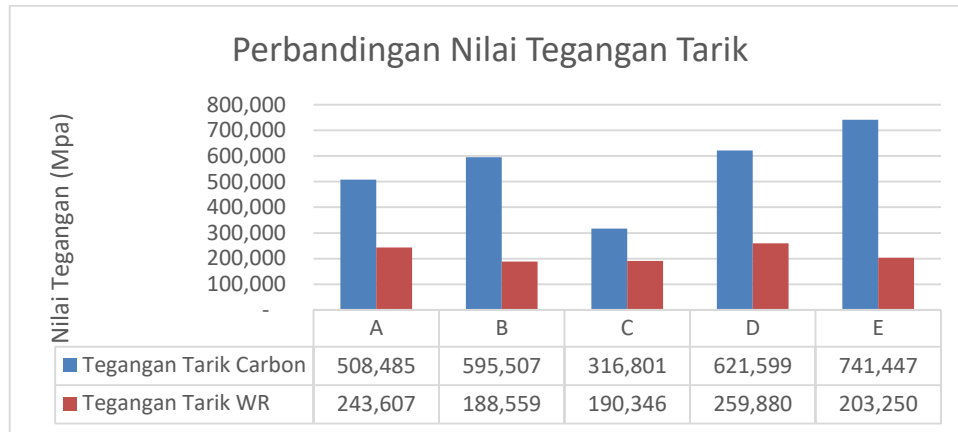
Spesimen	Tegangan Tarik		Elastic Modulus		Regangan
	kgf/mm ²	MPa	Kgf/mm ²	MPa	
A	51,851	508,485	61,57	603,7954405	0,842
B	60,725	595,507	75,092	736,4009618	0,809
C	32,305	316,801	63,706	624,7424449	0,507
D	63,385	621,599	74,161	727,2709707	0,855
E	75,607	741,447	96,384	945,2041536	0,784
Rata-rata	56,775	556,768	74,183	727,483	0,759

Berdasarkan hasil perhitungan pada spesimen *fiber carbon epoxy* dengan menyesuaikan perhitungan dalam *ASTM D3090* didapatkan nilai rata-rata pada spesimen A, B, C, D, dan E dengan nilai tegangan tarik $556,768 \text{ MPa}$, *elastic modulus* $727,483 \text{ MPa}$, dan regangan $0,759$.

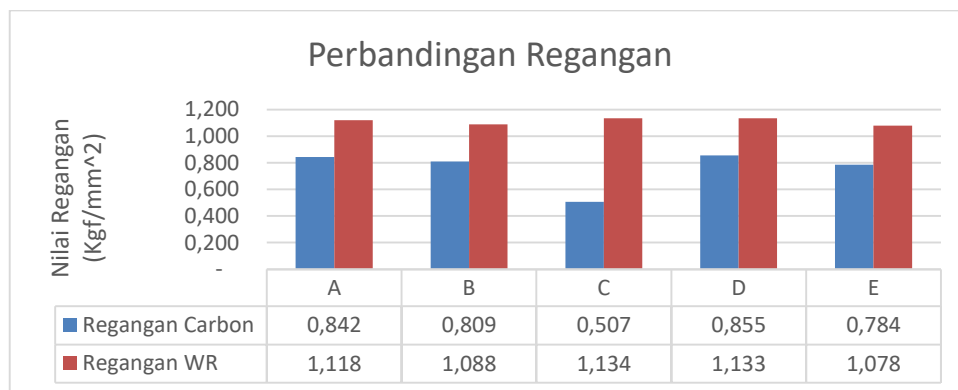
Tabel 6. Nilai Tegangan Dan Regangan Uji Tarik Fiberglass WR Epoxy

Spesimen	Tegangan Tarik		Elastic Modulus		Regangan
	kgf/mm ²	MPa	Kgf/mm ²	MPa	
A	24,841	243,607	22,211	217,8155032	1,118
B	19,228	188,559	17,679	173,3717654	1,088
C	19,410	190,346	17,112	167,8113948	1,134
D	26,500	259,880	23,391	229,3873502	1,133
E	20,726	203,250	19,222	188,5034263	1,078
Rata-rata	22,141	217,128	19,923	195,378	1,110

Berdasarkan hasil perhitungan pada spesimen *fiberglass WR epoxy* dengan menyesuaikan perhitungan dalam ASTM D3090 didapatkan nilai rata-rata pada spesimen A, B, C, D, dan E dengan nilai tegangan tarik 217,128 MPa, *elastic modulus* 195,378 MPa, dan regangan 1,110.

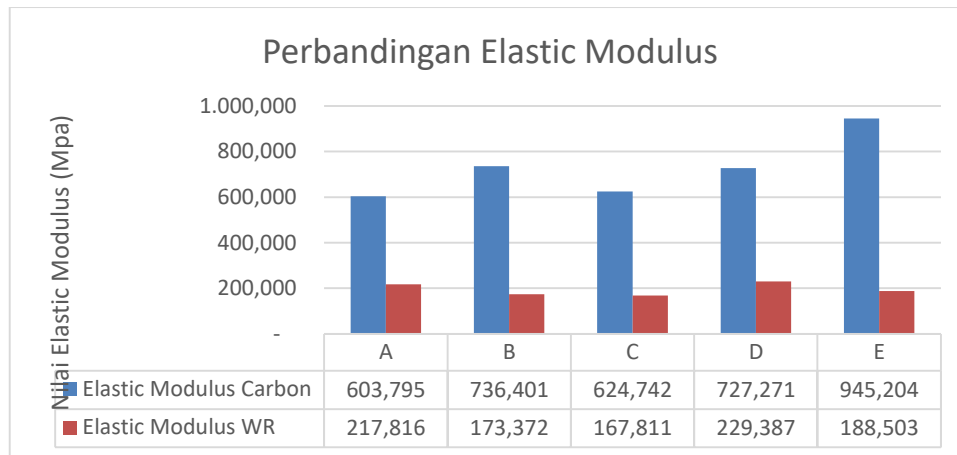


Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Tegangan Komposit Uji Tarik



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Regangan

Pada Gambar Grafik Perbandingan Nilai Regangan dapat dilihat bahwa nilai regangan komposit *fiberglass WR* lebih besar dibandingkan nilai *fiber carbon* dengan nilai tertinggi di specimen C pada komposit *fiberglass wr* sebesar 1,134.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Elastic Modulus

Sama seperti nilai tegangan, nilai elastic modulus terbesar adalah pada fiber carbon. Ini dapat dilihat dari Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai *Elastic Modulus*, dimana pada hasil grafik tersebut nilai *elastic modulus* komposit *fiber carbon* sebesar 736,401 MPa.

Tabel 7. Hasil Pengujian Bending Fiber Carbon Epoxy

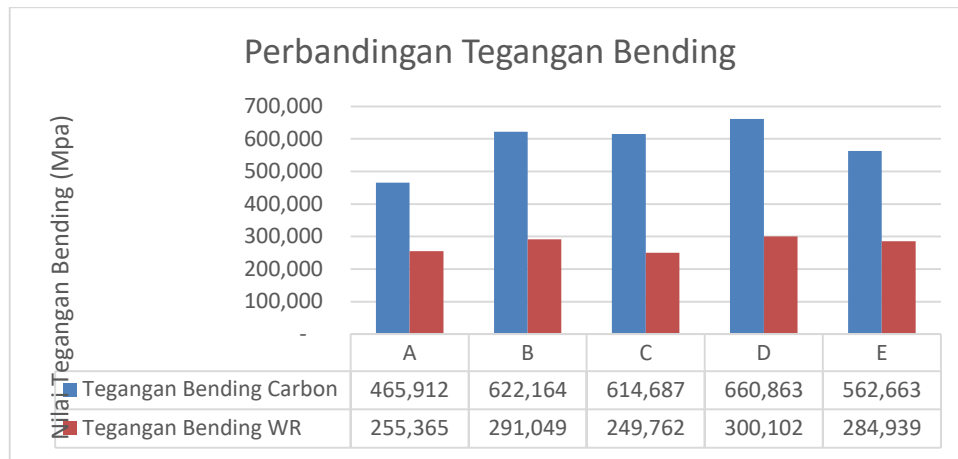
Spesimen	Max Load		Area mm	Elastic Modulus		Yield Point kgf/mm ²	Span mm ²
	Kgf	N		kgf/mm ²	MPa		
A	51,469	504,74	52	0,856	8,394492	15,104	128
B	68,73	674,01	52	1,064	10,43428	14,979	128
C	67,904	665,91	52	1,061	10,40486	15,185	128
D	73,005	715,93	52	1,137	11,15016	15,748	128
E	62,157	609,55	52	0,991	9,71839	15,307	128
Rata-rata	64,653	634,03	52,000	1,02	10,020	15,26	128,000

Berdasarkan hasil pengujian pada specimen *bending fiber carbon epoxy* dengan menyesuaikan perhitungan dalam ASTM D7264 didapatkan nilai rata-rata pada spesimen A, B, C, D, dan E dengan nilai tegangan tarik 634,03 N, dan *elastic modulus* 10,020 MPa.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Bending Fiberglass WR Epoxy*

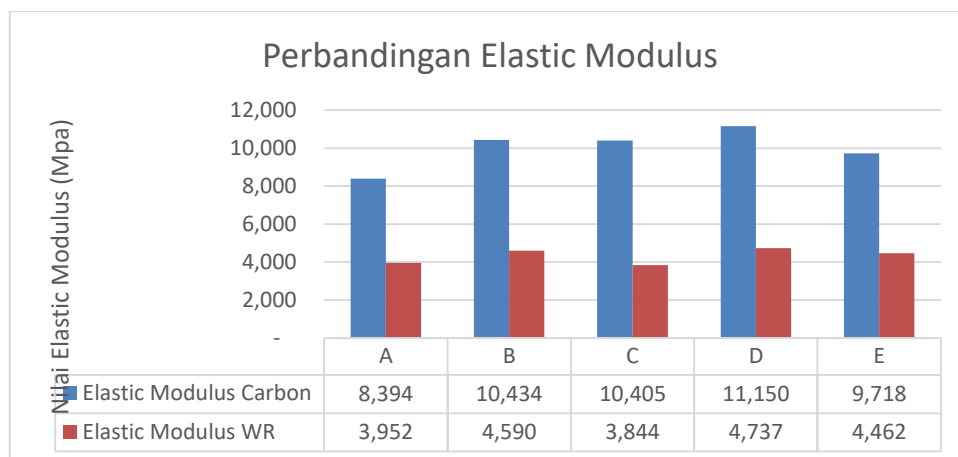
Spesimen	Max Load		Area mm	Elastic Modulus		Yield Point kgf/mm ²	Span mm ²
	Kgf	N		kgf/mm ²	MPa		
A	28,210	276,65	52	0,403	3,95208	5,2	128
B	32,152	315,30	52	0,468	4,589512	5,657	128
C	27,591	270,58	52	0,392	3,844207	4,307	128
D	33,152	325,11	52	0,483	4,736612	6,526	128
E	31,477	308,68	52	0,455	4,462026	5,708	128
Rata-rata	30,516	299,26	52,000	0,44	4,317	5,48	128

Berdasarkan hasil pengujian pada specimen *bending fiberglass WR epoxy* dengan menyesuaikan perhitungan dalam ASTM D7264 didapatkan nilai rata-rata pada spesimen A, B, C, D, dan E dengan nilai tegangan tarik 299,26 N, dan *elastic modulus* 4,317 MPa. Berdasarkan data hasil perhitungan diatas dapat diketahui nilai rata-rata tegangan bending pada komposit *fiberglass WR epoxy* memiliki nilai tegangan *bending* sebesar 276,243 MPa.



Gambar 6. Grafik Nilai Perbandingan Nilai Tegangan Uji Bending

Sesuai hasil perhitungan yang kemudian dilakukan perbandingan menggunakan grafik seperti pada Gambar 4.12 Grafik Nilai Perbandingan Nilai Tegangan Uji *Bending* diketahui bahwa komposit *fiber carbon* memiliki tegangan bending yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit *fiberglass WR*.



Gambar 1. Grafik Nilai Perbandingan Nilai *Elastic Modulus* Uji Bending

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dan perhitungan uji tarik dapat diketahui nilai rata-rata tegangan pada komposit fiber carbon epoxy mempunyai nilai rata-rata yaitu 556,768 MPa, dengan nilai rata-rata regangan yaitu 0,759, dan nilai modulus elastisitas rata-rata yaitu 727,483 MPa. Sedangkan untuk material komposit fiberglass WR epoxy mempunyai nilai rata-rata yaitu 217,128 MPa, dengan nilai rata-rata regangan yaitu 1,110, dan nilai modulus elastisitas rata-rata yaitu 195,378 MPa. Untuk hasil pengujian dan perhitungan uji bending dapat

diketahui nilai rata-rata maximum load pada komposit fiber carbon epoxy mempunyai nilai rata-rata yaitu 634,03 N, dengan nilai rata-rata tegangan yaitu 585,257 MPa, dan nilai modulus elastisitas rata-rata yaitu 10,020 MPa. Sedangkan untuk material komposit fiberglass WR epoxy mempunyai nilai maximum load rata-rata yaitu 299,26 MPa, dengan nilai rata-rata tegangan yaitu 276,243 MPa, dan nilai modulus elastisitas rata-rata yaitu 128,00 MPa

Daftar Pustaka

- [1] *ASTM D3039 Standard Test Method For Tensile Properties Of Polymer Matrix Composite Materials.*
- [2] *ASTM D7264 Standard Test Method For Flexural Properties Of Polymer Matrix Composite Materials.*
- [3] Andy Lennon, 2002, *R/C Model Aircraft Design Practical Techniques For Building Better Models*, United State Of America.
- [4] Groover, Mikell. P, *Fundamentals Of Modern Manufacturing: Materials, Processes And System*, 3rd Edition, United States Of America.
- [5] [Daniel P. Raymer, *Aircraft Design: A Conceptual Approach*, American Institute Of Aeronautics, Inc., 370 L'enfant Promenade, S.W., Washington, D.C.
- [6] Jay Gundlach, *Deigning Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach*, Aurora Flight Sciences, Manassas Virginia.
- [7] Wisnu Wardana, 2018, *Proses Manufaktur Pada Pesawat UAV V-Sky 14*, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, D.I. Yogyakarta.
- [8] Burhanudin Rohani, 2016, *Proses Produksi Prototipe Pesawat Platform Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Sky King*, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, D.I. Yogyakarta.
- [9] Brilliant Indra Wibowo, 2019, *Analisis Proses Penggabungan Komposit Menggunakan Adhesive Bonding Beserta Kekuatannya Terhadap Uji Tarik*, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, D.I.Yogyakarta.
- [10] Arifin Mulia, 2016, *Rancang Bangun Dan Analisa System Kendali Pid Pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Fixed Wing*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [11] Juliono S, Ikhwansyah I, Syahrul A, M. Sabri, Tugiman, Mahadi, 2016, *Pembuatan Dan Analisis Gaya Badan Pesawat Tanpa Awak Dari Bahan Material Komposit Yang Diperkuat Polyester Dan Serat Rock Wool Dengan Metode Hand Lay Up*, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara