

PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT TAHAN PANAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE 3D PRINTING DAN HAND LAY UP

¹Kiki Selo Ageng, ²Ikbal Riski Putra, ³Sehono

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, STTKD Yogyakarta

Abstrak

Komposit sandwich merupakan gabungan dua material yang memiliki sifat berbeda kemudian dijadikan satu memiliki sifat dan ketahanan yang lebih kuat dari penyusunnya, terdiri dari skin dan bagian inti (core). Pada penelitian ini menggunakan skin serat ceramic fiber blanket insulation, core polylactid acid (PLA) dan di satukan menggunakan resin merrhyl polyester. Pada penelitian ini menghasilkan produk komposit baru dengan core honeycomb di padukan dengan core berbahan PLA yang di cetak dengan 3D printing, proses manufaktur yaitu dengan menggunakan hand lay up di dasari pada keunggulannya yang prosesnya lebih sederhana, pembuatan komposit tahan panas dengan menggabungkan serat ceramic fiber blanket insulation dan resin merrhyl polyester, pada pengujian konduktivitas termal dan juga impact charpy di dapatkan hasil dari pengujian impact charpy dengan core honeycomb perbandingan serat 50% dan resin 50% mendapatkan hasil impact pada spesimen 3 sebesar 4.848j kemudian pada impact tanpa skin hanya PLA saja mendapatkan nilai sebesar 1.5034j pada pengujian konduktivitas termal dengan waktu 30s mendapatkan hasil suhu Q1 sebesar 1.313^oC pada Q2 mendapatkan hasil sebesar 354^oC pada penelitian ini di dapatkan komposit yang tahan panas dengan campuran serat ceramic fiber blanket insulation bahan ini cocok untuk kondisi temperatur dari hasil pengujian ini mendapatkan hasil impact dan juga mengetahui serat ceramic fiber blanket insulation cocok digunakan untuk bahan komposit yang memerlukan suhu temperatur tinggi.

Kata kunci : Komposit Sandwich, fiber blanket insulatin, PLA, 3D printing, Hand Layup, Uji impact, Konduktivitas Termal.

Abstract.

Sandwich composites are a combination of two materials that have different properties which are then put together to have stronger properties and resistance than their constituents, consisting of the skin and the core. In this study, ceramic fiber blanket insulation was used, leather fiber, core polylactid acid (PLA) and united using merrhyl polyester resin. This research produces a new composite product with a honeycomb core combined with a core made of PLA which is printed with 3D printing, the manufacturing process is by using a hand lay up based on its superiority which is a simpler process, making heat resistant composites by combining ceramic fiber blanket fibers insulation and merrhyl polyester resin, in the thermal conductivity test and also the impact charpy obtained the results from the impact charpy test with a honeycomb core with a ratio of 50% fiber and 50% resin to get an impact on specimen 3 of 4,848j then on impact without skin only PLA got a value of 1.5034j in the thermal conductivity test with a time of 30s to get a Q1 temperature of 1.313^oC in Q2 to get a result of 354^oC in this study obtained a heat-resistant composite with a mixture of ceramic fiber blankets this insulating material is suitable for the temperature conditions from the results of this test fix what the impact results and also know the ceramic fiber blanket insulation fiber which is suitable for use in composite materials that require high temperatures

Keyword : Composite Sandwich, fiber blanket insulation, PLA, 3D printing, Hand Layup, Impact Test, Thermal Conductivity..

Pendahuluan

Di tahun 2019 tepatnya di kota waringin barat provinsi kalimantan Tengah terjadi kebakaran, dengan banyaknya korban jiwa dan juga satwa liar. Pada saat kebakaran lahan dampak asap sampai ke negara Singapura dan Malaysia, asap dari kebakaran hutan sangat berdampak negara-negara tetangga adalah menemukan sumber atau titik api, dalam penanggulangan kebakaran hutan serta lahan, dikarenakan akses ke daerah yang menjadi titik api tersebut sangat berbahaya untuk di jangkau, banyaknya satwa liar yang tidak terselamatkan akibat kebakaran tersebut.

¹Email Address: kikininjarr@gmail.com

Received 20 Januari 2023, Available Online 30 Juli 2023

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.773>

Diperlukan akses *controlling* pada setiap Kawasan yang rawan kebakaran dan juga *controlling* pada area yang sudah terbakar agar satwa-satwa liar dapat di selamatkan, contohnya ada satwa liar yang sangat di lindungi antaranya orang utan. Banyaknya kasus primata yang tidak terselamatkan akibat kurangnya akses pada hutan yang terbakar dikarenakan akses ke dalam area kebakaran memiliki suhu yang sangat tinggi dan juga area yang berbahaya bagi manusia karena penyebaran api pada saat kebakaran sangat cepat (Ambarita, 2021).

Pada era sekarang sedang berkembang pada era saat ini yaitu teknologi *3D Printing* dengan mesin pembuat produk dengan metode percetakan tiga dimensi yang memiliki sistem kerja merubah input berupa data dan menghasilkan output berbentuk tiga dimensi. Salah satu material yang paling umum digunakan pada proses *3D Printing* adalah *Poly-Lactic Acid (PLA)* Dalam proses pembuatan produk bisa lebih sempurna karena dengan mesin tersebut dapat menghasilkan detail dan cepat (Putra dan Sari, 2018).

Implementasinya pada pesawat UAV ada berbagai macam yaitu struktur, *body drone* dengan adanya permasalahan diatas maka perlu dilakukan inovasi mengenai material penyusun yang memiliki bobot lebih ringan. Dimana pada penelitian ini penulis akan menggunakan variasi *core* yaitu *honeycomb* dan komposit *sandwich*. metode manufaktur *hand lay-up* dan nantinya dilakukan pengujian *impact*.

Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis

Penelitian sebelumnya Penelitian dari dua kombinasi material komposit hybrid dengan serat *ceramic fiber blanket insulation* yang diberikan larutan NaOH dengan variasi 0%, 2%, 5%, dan 10% dan bulu ayam digunakan sebagai Hasil pengujian impak 0,161 J/mm² dan energi impak 19,53 Joule. Hasil pengujian tarik 72,304 kg/mm², dan bisa menyerap panas sehingga siap untuk dijadikan bahan hybrid komposit untuk produk panel pintu (Shahrudin et al., 2019). Penelitian menunjukkan Sifat mekanik dapat ditingkatkan dengan mempelajari parameter. *Serat ceramic fiber blanket insulation* dapat di gunakan sebagai serat isolasi tahan panas dan menggunakan bahan baru. Dalam karya ini sifat mekanik kekuatan tarik, kekuatan lentur dan energi *impact* dari bagian cetak *3D printing* dan bahan baku PLA Karena proses pembuatan berlapis-lapis, bagian-bagian yang dicetak *3D Printing* orientasi datar dipertahankan dalam pengujian ini. (Camargo et al., 2019) Dari hasil penelitian Ceramic fiber blanket insulation termasuk bahan yang digolongkan pada refraktori yang berbasis serat aluminosilikat, putih, tidak berbau dan tahan suhu mencapai 1300°C. Material ini juga ringan, mudah dibentuk dengan nilai konduktifitas termal yang sangat kecil. Bahan ini termasuk insulasi yang baik pada suhu tinggi dan tahan bahan kimia korosif seperti asam dan basa, dan dapat pula sebagai bahan pengganti yang baik untuk produk asbes yang juga digunakan untuk isolasi peredam panas (Rahmat, 2018).

Landasan Teori

Komposit Sandwich

Komposit merupakan kombinasi antara satu lapisan atau lebih dari satu komponen lainnya dan di gabungkan menjadi satu. Berbahan dasar *hibrida* yang material penyusun terbuat dari resin *polyester*. Sebagai penguat struktur di tambahkan campuran serat lainnya. Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material. Komposit secara *makroskopis*. Komposit memiliki dua bagian penting. Bagian yang pertama yaitu *matriks* seperti resin epoksi, sebagai bahan pengikat, dan yang kedua bersifat pengisi, yang berfungsi sebagai penguat dalam bentuk serat. Partikel seperti serat karbon dan *fiberglass*. Sifat dari Material komposit itu sendiri dicirikan oleh kekakuan, kekuatan, fleksibilitas dan sifat mekanik lainnya (suldia., 2020).

Hand Lay-up

Metode ini adalah dengan menggabungkan campuran antara dua atau lebih material yang berbeda dengan masing-masing sifat kimia dan fisiknya. Pada umumnya komposit tersusun atas 2 material

utama, yaitu *matriks* yang merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar pada komposit yang berfungsi sebagai perekat dan pelindung, dan *reinforcement* yang merupakan bagian komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Penggunaan material komposit sudah sangat luas, baik digunakan untuk pembuatan peralatan kehidupan sehari-hari ataupun pembuatan komponen di suatu industri (Azissyukhron & Hidayat, 2020).

3D Printing

Salah satu teknologi yang sering disebut sebagai pencetakan 3D Printing, atau manufaktur aditif. Model digital untuk membuat benda menjadi padat tiga dimensi. Prosedur Tambahkan dan tempatkan bahan dan cetak *Shift* demi *shift*, menggunakan teknik ini, desainer akan lebih cepat Ubah kreasi mereka menjadi objek 3D. Proses pencetakan 3D sangat berbeda Teknik pemrosesan tradisional yang mengurangi produk dengan mengurangnya Bahan awal dari proses pemotongan pembentukan bahan mentah menjadi bahan jadi dengan di pahat pada jaman tradisional dapat membuat sebuah benda (petrovich, 2021).

Pengujian Impact

Energi yang di dapat dari perbedaan h' dan h ($mgh-mgh'$), adalah ukuran dari energi *impact*. pada posisi simpangan jalur lengan pendulum terhadap garis vertikal sebelum di benturkan adalah a dan posisi lengan pendulum terhadap garis vertikal setelah membentur spesimen adalah β . Dengan mengetahui besarnya energi potensial yang diserap oleh material spesimen maka kekuatan *impact* benda yang di uji dapat di hitung.

$$HI = \frac{E}{A_0}$$

;

$$E = G \cdot g \cdot R [(\cos b - \cos a)]$$

Dimana:

W = Berat pendulum (kg m)
 L = Panjang lengan bandul (m)
 $\cos \beta$ = Sudut akhir lengan bandul ($^{\circ}$)
 $\cos \alpha$ = Sudut awal lengan bandul ($^{\circ}$)
 A_0 = Luas penampang (mm^2)

b = Lebar benda uji (mm)
 g = Gravitasi ($9,81 m/s^2$)
 G = massa pendulum (kg)
 R = Jarak lengan ke bandul (m)
 E = nilai impak (kg m/mm 2)

Pengujian Konduktivitas Termal

Semakin tingi suhu suatu benda, kalor yang di pancarkan semakin banyak demikian juga semakin besar luas permukaan benda kalor yang di pancarkan juga semakin banyak dan contoh radiasi antara lain pancaran sinar matahari. tubuh terasa panas jika dengan api unggun, pembuatan pengapian di rumah maka persamaan dari kesimpulan yang di dapat adalah sebagai berikut.

$$k = \frac{Qd}{A\Delta T}$$

Dimana :

K=konduktivitas termal (W/m $^{\circ}$ C)
 Q= jumlah kalor yang di transfer(J)
 d= jarak di antara bidang isothermal(m)

A=area permukaan (m)
 ΔT = selisih suhu(k)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Dengan:

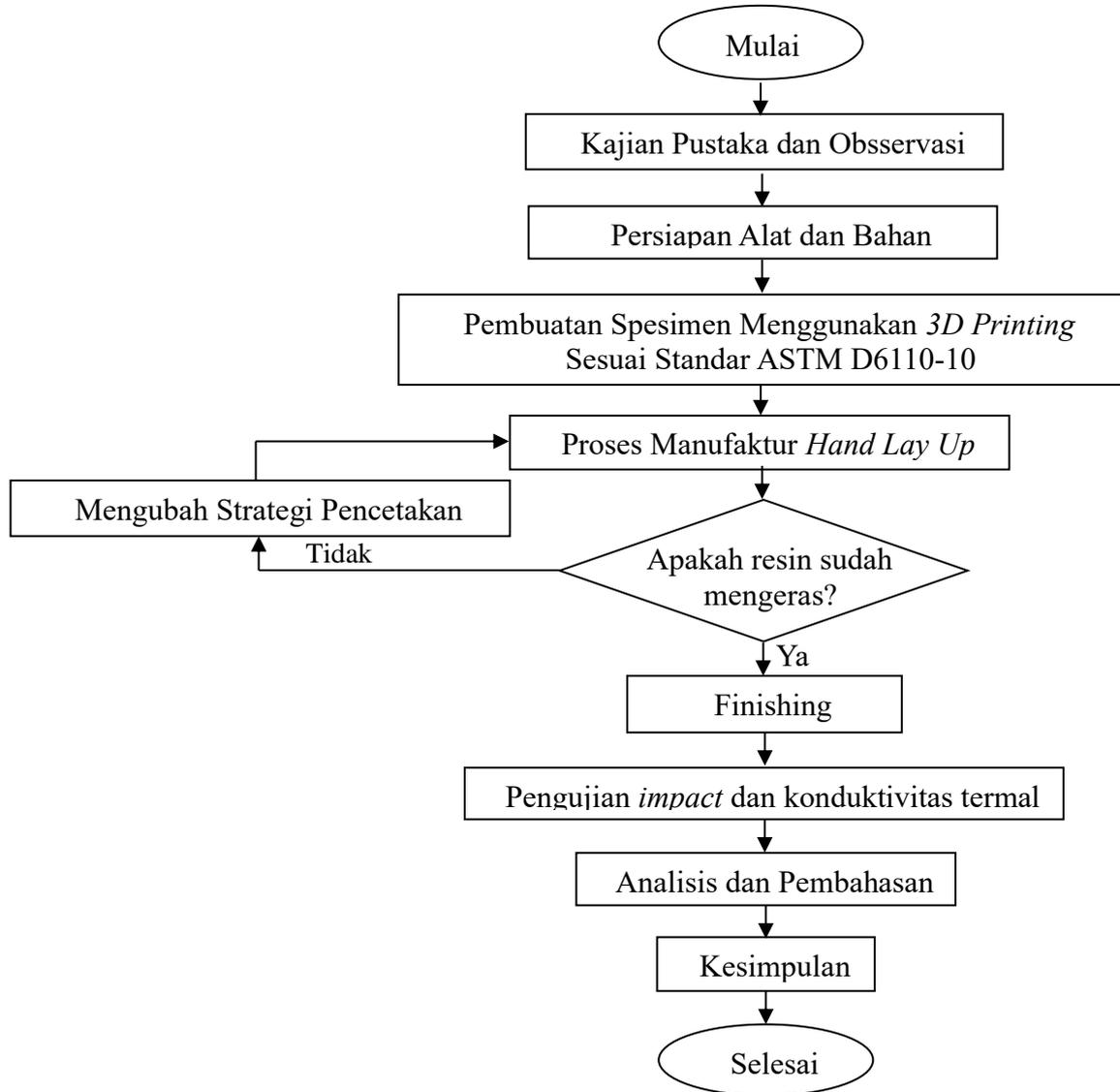
Q : Kalor (J)
 m : Massa benda (kg)

c : Kalor jenis (J/kg $^{\circ}$ C)
 ΔT : Perubahan suhu ($^{\circ}$ C)

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

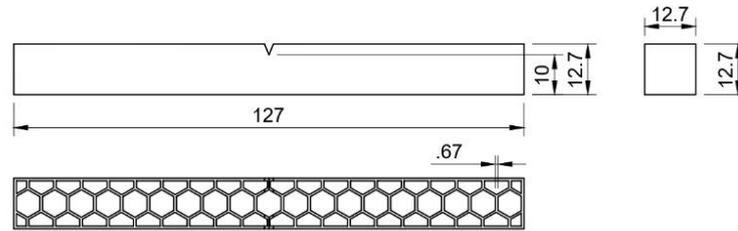
Langkah awal peneliti yaitu menentukan *requirement* yang dibutuhkan, kemudian setelahnya dilakukan pengujian bending guna mendapatkan data untuk dilakukan analisis terhadap kekuatan masing-masing material. Tahapan pembuatan produk spesimen dapat dilihat berurutan dan sistematis pada, Gambar 1. Diagram Alur Penelitian.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Desain Spesimen

Pada penelitian ini menggunakan aplikasi perangkat lunak Fusion360 untuk pembuatan desain secara manual. Pembuatan desain mengacu pada standar *American Society For Testing and Material* (ASTM)D6110-10. Kemudian dilakukan proses *3D printing* untuk menghasilkan produk yang berupa bentuk tiga dimensi pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Desain Core Spesimen

Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah tahap-tahap penelitian antara lain:

1. Studi pustaka dan lapangan
2. Permasalahan
3. Persiapan alat dan bahan
4. Pengujian spesimen dengan uji impact dan uji tahan panas
5. Pengolahan data
6. Analisis data
7. Menyimpulkan hasil penelitian

Hasil dan Pembahasan

Spesimen berjumlah 6 spesimen-masing masing 3 buah untuk variasi komposit *sandwich core honeycomb*, 3 buah komposit *sandwich* dengan variasi *honeycomb* serat 50% dan 50% resin dan 3 buah tanpa resin dan serat hanya *polylactid acid* (PLA) dengan menggunakan metode *hand lay-up* ASTM D6110-10 digunakan sebagai panduan uji *impact charpy*.

Tabel 1. Perbandingan Spesimen Sebelum dan Setelah *Hand Lay-up*

variasi	Spesimen	$\alpha(^{\circ})$	$A_0(\text{mm})$	$\beta(^{\circ})$	G (kg)	g (m/s ²)	R (m)	E (j)	Hi (j/mm ²)
50%	1	30	128.4	27.7	15	9.81	0.75	2.137525	0.199768
serat	2	30	126	27.8	15	9.81	0.75	2.052268	0.1954541
50%	3	30	132	24.5	15	9.81	0.75	4.848872	0.440806
resin			Rata-Rata					3.012888	0.2786764

Analisis Kegagalan

Dari ketiga spesimen core *honeycomb* tersebut memiliki kegagalan struktur yang hampir sama. Produk spesimen mengalami kegagalan *core failure* yaitu kegagalan yang terjadi pada *core* komposit akibat beban *impact*, ketiga *core* spesimen, bagian atas yang masih menempel pada spesimen. Produk spesimen juga mengalami kegagalan yang merupakan kerusakan pada bagian *skin* akibat beban *impact* yang diterima, pada ketiga spesimen bagian atas yang menerima beban *impact* pertama *skin*.



Gambar 3. Spesimen Komposit 50% Serat dan 50 % resin Setelah Diuji

Uji Konduktivitas Termal

Hasil dari penelitian konduktivitas termal bisa dilihat di tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel kenaikan suhu setiap second pada spesimen

No	Temperatur Q1 (°C)	Waktu (s)	Temperatur Q2 (°C)
1	335	3	57
2	601	6	61
3	767	9	62
4	1.005	12	75
5	1.009	15	87
6	1.212	18	109
7	1.118	21	156
8	1.181	24	185
9	1.266	27	323
10	1.313	30	354

Pada pengujian panas spesimen dengan menggunakan spesimen prototype body rangka drone dengan model quadcopter dengan lebar keseluruhan sebesar 17 cm, dengan luas penampang 10 cm dan suhu yang akan di pancarkan oleh alat gas torch sebesar 1.300 °C, diketahui suhu radiasi yang di pancarkan melalui alat thermocouple sampai dengan batas maksimal uji suhu spesimen yang akan di uji maka dengan ini penulis akan menghitung konduktivitas PLA oleh gas torch.

Nilai konduktivitas termal

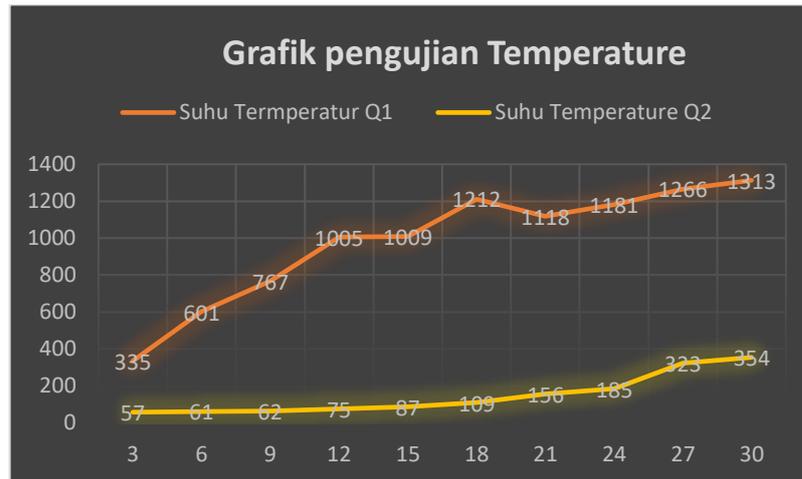
Pada Tabel 4.6 di jelaskan bahwa nilai konduktivitas termal semakin meningkat dengan adanya peningkatan pada suhu, nilai pada konduktivitas termal selama 30 detik mendapatkan 8.7765 W/m⁰C dengan suhu 1.313⁰C pada saat suhu ini spesimen bagian depan atau Q1 sudah terbakar dengan peningkatan suhu Q2 sebesar 354⁰C maka hasil dari penelitian ini serat *ceramic fiber blanket insulation* dan resin *merryhl polyester* dapat di implementasikan untuk pelapis bahan dengan tempratur suhu tinggi

Tabel 3. Tabel kenaikan suhu setiap second pada spesimen

No	Q (j)	Jarak dua bidang isothermal (m)	A ₀	suhu(k)	Konduktivitas termal (W/m ⁰ C)
1	33.50	0.1	0.156	278	7.724
2	60.10	0.1	0.156	540	7.134
3	76.70	0.1	0.156	705	6.974
4	100.50	0.1	0.156	930	6.927
5	100.90	0.1	0.156	922	1.0986
6	121.20	0.1	0.156	1103	1.09417
7	111.80	0.1	0.156	962	1.16197
8	118.10	0.1	0.156	996	7.60092
9	126.60	0.1	0.156	943	8.60592
10	13130	0.1	0.156	959	8.7765

Pada Tabel di jelaskan bahwa nilai konduktivitas termal semakin meningkat dengan adanya peningkatan pada suhu, nilai pada konduktivitas termal selama 30 detik mendapatkan 8.7765 W/m⁰C dengan suhu 1.313⁰C pada saat suhu ini spesimen bagian depan atau Q1 sudah terbakar dengan peningkatan suhu Q2 sebesar 354⁰C maka hasil dari penelitian ini serat *ceramic fiber blanket*

insulation dan resin *merryhl polyester* dapat di implementasikan untuk pelapis bahan dengan tempratur suhu tinggi.



Gambar 4. Grafik Pengujian Temperature

dapat dilihat grafik kenaikan pada saat torch di nyalakan mencapai suhu 335°C dalam waktu 3 second dan dalam pengujian ini waktu yang di perlukan hanya 30 detik untuk mencapai suhu 1.313°C dalam proses pengujian ini menggunakan 50% serat dan 50% resin pada suhu terendah yaitu 335°C pada Q1 untuk Q2 hanya menerima suhu 57°C , dan untuk suhu tertinggi peneliti mendapatkan suhu maksimal Q1 mencapai 1.313°C dan pada suhu Q2 mendapatkan suhu 354°C pengujian tersebut dengan suhu ruangan 30°C .

Kesimpulan

PLA *polyactid acid* bisa di gunakan sebagai rangka drone dengan PLA bisa di bentuk dengan menggunakan design peneliti dari desain tersebut di cetak dengan menggunakan mesin *3D printing* dengan mesin ini desain 2D hanya bisa dilihat saja maka dengan mesin ini akan menjadi 3D. Dalam penelitian uji konduktivitas termal peneliti mendapatkan hasil pengujian spesimen dan hasil pengujian spesimen suhu yang di tingkatkan mulai dari 335°C hingga suhu maksimal yang di capai oleh spesimen uji konduktivitas termal suhu maksimal yang di capai dalam waktu 30 detik 1.313°C dan selanjutnya jika suhu di tingkatkan maka spesimen akan meleleh atau melebur dengan suhu di atas 1.313°C dikarenakan serat dari ceramic fiber blanket hanya bisa menahan sampai 1.300°C pada penelitian ini menggunakan campuran 50% serat dan 50% resin metode yang di gunakan yaitu metode *hand lay-up*. Analisis kegagalan pada spesimen setelah di lakukan *uji impact charpy* dengan variasi serat *ceramic fiber blanket insulation* dan resin *merryhl polyester* mendapatkan nilai rata-rata energi impact sebesar 3.0128(j) sedangkan untuk uji core nya saja tanpa serat dan resin memperoleh 1.3193 (j) dengan adanya resin dan serat akan mempengaruhi energi impact yang di serap pada spesimen untuk harga impact pada spesimen 50% serat dan 50% resin mendapatkan nilai 0.02322(j) dan untuk corenya saja di uji impact dengan bahan PLA (polylactid acid) mendapatkan nilai sebesar 0.01099(j).

Daftar Pustaka

- Ambarita, A. (2021). Pencegahan Kebakaran Hutan Dan Lahan Dalam Rangka Melindungi Pemukiman Masyarakat Di Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Tata pamong*, 3(1), 56–78. <https://doi.org/10.33701/jurnaltatapamong.v3i1.1812>
- Azissyukhron, M., & Hidayat, S. (2020). Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 1–5.
- Camargo, J. C., Machado, Á. R., Almeida, E. C., & Silva, E. F. M. S. (2019). Mechanical properties of PLA-graphene

- filament for FDM 3D printing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 103(5–8), 2423–2443. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03532-5>
- Curran, D., & Porter, J. M. (2020). A tomography-based effective thermal conductivity model for ceramic fiber insulation. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 160, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120224>
- Dhien (2021) “Pengaruh Rasio Resin dan Hardener terhadap Sifat Mekanik Matrik Bahan Komposit Serat Rambut Manusia”. Repository Institut Teknologi Surabaya
- Gufuran, (2021) Aplikasi Material Komposit *Sandwich* Menggunakan 3D *Printed* sibirin E (2020) *Core* Dengan *Skin* Serat Kaca Pada *Frame Drone*”. Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Martiningsih, D. F., & Soekoco, A. S. (2018). Pemanfaatan Luffa *Cylindrica* (Blustru) Sebagai Bahan Alternatif Insulator Panas. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri II*, 1(1), 21–28. <http://litbang.kemenperin.go.id/pmbp/article/view/4436>
- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan dan Pembuatan Tungku Heat Treatment. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Islam 45*, 3(2), 133–148.
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>
- Wawandaru, M., & Fitri, M. (2017). Material Plastik Dengan Takik. *Zona Mesin*, 8(3), 41–48.