

ANALISIS KEKASARAN MOLDING BERBASIS ADDITIVE MANUFACTURING MATERIAL POLYLACTIC ACID

Muhammad Al Hafiz¹⁾, Ahmad Junaidi²⁾*, Ella Sundari²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

*Email Korespondensi: a_junaidi@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
05/09/2022

Accepted:
10/10/2022

Online-Published:
25/10/2022

ABSTRAK

Pada saat ini perkembangan teknologi telah bergerak sangat cepat. Manusia membutuhkan teknologi untuk memudahkan setiap kegiatan, 3D Printer terus berkembang dan digunakan secara luas di berbagai negara. 3D printing mencetak menggunakan mesin printing khusus untuk dapat menghasilkan bentuk tiga dimensi. Molding atau pencetakan adalah sebuah proses produksi dengan membentuk bahan mentah menggunakan sebuah rangka kaku atau model yang disebut sebuah mold. Penelitian ini dilakukan untuk mengalih fungsi 3D printing yang biasanya untuk mencetak prototype menjadi mold. Serta, mengetahui tingkat kekasaran dari mold yang dicetak. Analisa menggunakan ANOVA yang sudah diterapkan, dapat disimpulkan bahwa layer height: low, standart, high berpengaruh pada kekasaran molding yang dicetak, Dan dapat dibuktikan pada bab pembahasa dengan $F_{hitung} 3.150 > F_{tabel} 2,56$. Dengan signifikan $0,034 < 0,05$. dan hasil kekasaran terendah dicetak menggunakan layer height: 0,16 mm/s (high quality).

Kata kunci: 3D Printing, Molding, Polylactic Acid, Kekasaran, ANOVA

ABSTRACT

At this time the development of technology has moved very fast. Humans need technology to facilitate every activity, 3D Printers continue to develop and are widely used in various countries. 3D printing uses a special printing machine to produce three-dimensional shapes. Molding or molding is a production process by forming raw materials using a rigid frame or model called a mold. This research was conducted to change the function of 3D printing which is usually to print prototypes into molds. as well as knowing the level of roughness of the mold that is printed. analysis using ANOVA that has been applied, it can be concluded that layer height: low, standard, high has an effect on the roughness of the printed molding, and it can be proven in the discussion chapter with $F_{count} 3.150 > F_{table} 2.56$. with a significant $0.034 < 0.05$. and the lowest roughness results are printed using a layer height: 0.16 mm/s (high quality).

Keyword: 3D Printing, Molding, Polylactic Acid, Roughness, ANOVA

©2022 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.7246701>

1 PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi telah bergerak sangat cepat. Manusia membutuhkan teknologi untuk memudahkan setiap kegiatan, hal ini yang diartikan bahwa teknologi merupakan alat efisiensi dan efektifitas bagi manusia. Mesin merupakan salah satu dari sekian banyak teknologi yang diciptakan, dan dari mesin- mesin yang telah ada kemudian diinovasikan sesuai perkembangan zaman. alat yang digunakan salah satunya adalah 3D *Printing*.

3D *printing* adalah teknologi yang diciptakan pertama kali oleh Chuck Hull dari 3D *systems Corp* di tahun 1980-an. Sejak saat itu, 3D *printing* terus berkembang dan digunakan secara luas di berbagai negara. 3D *printing* mencetak menggunakan mesin *printing* khusus untuk dapat menghasilkan bentuk tiga dimensi. Alat *printing* tersebut memiliki kecanggihan khusus, yakni mampu mencetak benda yang sama wujudnya dengan gambar pada perancangan dalam sebuah aplikasi, tentunya dalam bentuk 3D (tidak lagi sebatas mencetak

gambar diatas kertas saja) (Rafdi, 2021).

Molding atau pencetakan adalah sebuah proses produksi dengan membentuk bahan mentah menggunakan sebuah rangka kaku atau model yang disebut sebuah *mold*. *Mold* sendiri dapat didefinisikan sebagai cetakan, atau proses yang dipergunakan dalam industri manufaktur untuk mencetak material (Budi, 2012).

Molding dapat divariasikan untuk membuat aksesoris khas Kayuagung seperti miniatur perahu biduk kajang. Pada masa lalu perahu kajang banyak dijumpai di Sungai Musi Palembang. Perahu biduk kajang merupakan salah satu perahu tradisional yang terdapat di Sumatera Selatan. Jenis perahu ini umumnya berasal dari daerah Kayuagung di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI). Pada masa lalu, Perahu Kajang banyak dijumpai di sungai Musi Palembang. Perahu Biduk Kajang menjadi sarana transportasi favorit masyarakat perairan, khususnya sungai, pada masa Kerajaan Sriwijaya (Winando, 2021).



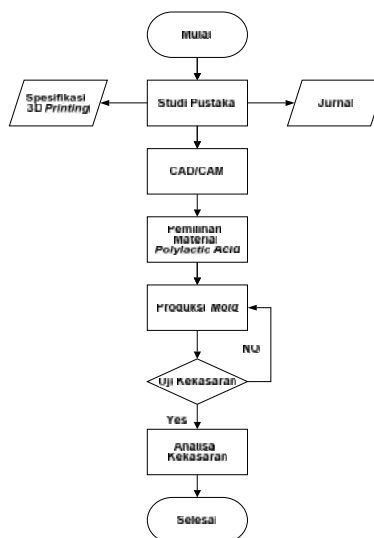
Gambar 1. Perahu Tradisional Biduk Kajang (Abbas, 2020)

Dari uraian penjelasan diatas peneliti melakukan alih fungsi 3D *printing* yang biasanya untuk mencetak *prototype* menjadi *mold* dengan alasan biaya produksi *molding* lebih murah daripada menggunakan alat pencetak *molding* yang biasa digunakan secara umum (CNC, dll), tingkat presisi lebih tinggi dibanding pembuatan *molding* menggunakan mesin konvensional, *mold* yang dihasilkan dari 3D *printing* berjenis cetakan alir/sistem tuang (*extrude molding*) sehingga dapat di pakai masyarakat umum karena mudah dimengerti dibandingkan dengan jenis cetakan yang biasa digunakan yaitu jenis cetakan injeksi (*injection molding*) Maka, tugas akhir ini akan mengambil judul tentang “Analisis Kekasaran *Molding* Berbasis *Additive Manufacturing* material *Polylactic Acid*”

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian, terdapat langkah – langkah penelitian. Berikut ini gambaran diagram penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

- Mulai






Dalam penyusunan Tugas Akhir, peneliti harus menentukan dahulu kapan akan memulai pekerjaan dan

- menyiapkan jadwal serta apa saja yang harus dilakukan.
- **Studi Pustaka**
Mengumpulkan informasi dan juga data – data yang terkait dengan bantuan berbagai macam material yang ada dipergustakaan seperti buku, jurnal, dokumen dan hal yang terkait lainnya.
- **CAD/CAM**
Pada tahap ini, peneliti menggunakan *software* CAD/CAM untuk menentukan desain yang akan di jadikan media penelitian yaitu *molding* menggunakan 3D *printing* serta menyempurnakan desain dengan melakukan permodelan guna memudahkan peneliti menentukan desain *molding* yang akan digunakan.
- **Pemilihan Material *Polylactic Acid***
Pada tahap ini, peneliti menetapkan jenis material *filament* yang akan digunakan 3D *printing* yaitu *polylactic acid* (PLA).
- **Produksi *Mold***
Pada tahap ini, peneliti telah masuk dalam tahap produksi. Langkah yang dilakukan mengconvert *file STI ke software ultimaker cura* sehingga, *file* tersebut berubah menjadi G - Code untuk dimasukkan ke 3D *printing Ender 3* agar dapat mencetak *molding*. Lalu, melakukan tuang manual pada *molding* sehingga menghasilkan produk.
- **Tidak**
Jika tidak berhasil, kembali ke produksi dan mencari tahu faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan tersebut.
- **Ya**
Jika berhasil, peneliti melanjutkan proses uji kekasaran
- **Uji Kekasaran**
Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian kekasaran dari spesimen yang ditentukan sehingga data agar dapat lanjut ketahap analisa.
- **Analisa Kekasaran**
Pada tahap ini, Peneliti menganalisa hasil dari pengujian tersebut agar dapat mengetahui perbandingan tingkat kekasaran terendah pada spesifikasi *mold* yang ditentukan. Data pengujian tersebut berpengaruh pada variabel terikat yang ditentukan serta mengetahui bahwa data tersebut signifikan.
- **Selesai**
Tahap dimana berakhirnya pengujian Tugas Akhir.


2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian membuat *molding* menggunakan 3D *printing* ini tentunya dibutuhkan beberapa alat penunjang yang berkaitan dengan proses pengerjaan, diantaranya sebagai berikut:

Tabel 1. Alat Penelitian

No.	Alat	Gambar
1.	<i>Personal Computer</i>	
2.	3D <i>printing</i>	
3.	Autodesk® <i>Inventor</i> ®	
4.	<i>Ultimaker Cura</i>	
5.	Alat Uji Kekasaran TR200	

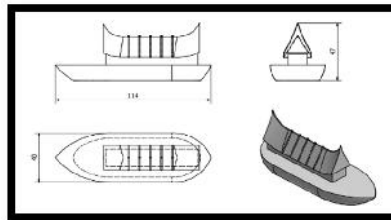
Tabel 2. Bahan Penelitian

No.	Bahan	Gambar
1.	Filament Polyactic Acid (PLA)	

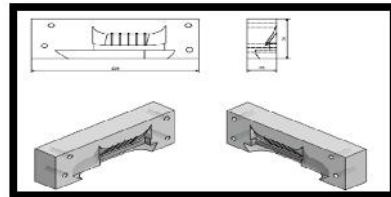
2.3 Pemilihan Desain, ukuran *molding* dan produk yang ditentukan

a. Desain

Pada pembuatan desain yang telah ditentukan yaitu perahu biduk kajang. Perahu biduk kajang merupakan salah satu warisan budaya khususnya kayuagung yang mana perahu biduk kajang menjadi maskot Kabupaten Ogan Komering Ilir. sejak tahun 1980-an jenis perahu itu sudah tidak digunakan dikarenakan akses jalan darat sudah Sehingga, melatar belakangi penulis membuat kerajinan khas kayuagung perahu biduk kajang berbentuk *miniature*.



Gambar 3. Desain Produk Perahu Biduk Kajang



Gambar 4. Desain *Mold Kiri dan Kanan*

b. Ukuran

Karena produk yang dihasilkan bertema *miniature* maka penulis menentukan dimensi untuk produk yaitu 113,68 x 37,85 x 47,98 mm (p x l x t) dengan *volume* 60222,928 mm³. Serta ukuran *molding* kiri dan kanan yaitu 159 x 28 55,5 mm (p x l x t) dengan *volume* 214221,173 mm³

2.4 G – Code

Setelah Stl dibuat *file* di *convert* ke *software ultimaker cura* untuk dijadikan file G – *code*, dari *literature* yang diperoleh peneliti membuat G – *code* dengan spesifikasi:

Tabel 3. Spesifikasi G - Code

Spesifikasi	Low Quality	Standard Quality	High Quality
Layer Height	0,28 mm	0,2 mm	0,16 mm
Infill Density	20 %	20 %	20 %
Infill Pattern	Cubic	Cubic	Cubic
Printing Temperature	210° C	210° C	210° C
Build Plate Temperature	60° C	60° C	60° C
Print Speed	50 mm/s	50 mm/s	50 mm/s

2.5 Metode Analisis

Dari hasil pengujian akan didapat data yang digunakan dalam bentuk Analisa data statistika, yang dilakukan menggunakan *Analisis of Varians (ANOVA)*.

2.6 Proses Pembuatan *Molding*

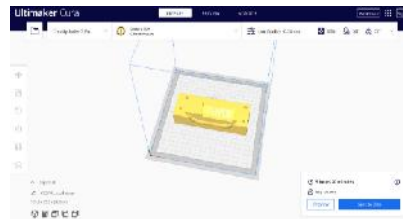
Berikut ini adalah langkah - langkah yang dilakukan dalam pembuatan *molding* sebagai berikut:

1. Mendesain *molding* menggunakan software Autodesk® Inventor®. Lalu, save dengan format file.ipt.



Gambar 5. Mold Desain

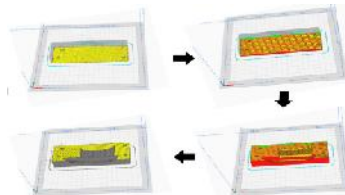
2. Mengconvert file ipt ke software ultimaker cura untuk dijadikan G – code



Gambar 6. G - Code

3. Mencetak menggunakan 3D printing

Masukan G – code ke dalam 3D printing. Lalu, 3D printing mulai memanaskan *bed* serta *nozzle* sesuai G – code yang dibuat. Kemudian, 3D printing mulai mencetak dengan tahapan: *base layer*, *infill*, *model*, *top layer*.



Gambar 7. Proses Pembuatan *Base Layer*, *Infill*, *Model* dan *Top Layer*

2.7 Proses Pembuatan Produk

1. Beberapa alat dan bahan yang harus disiapkan sebelum pembuatan produk sebagai berikut:

Tabel 1. Alat Penelitian yang digunakan untuk mencetak Produk

No.	Alat	Gambar
1.	Timbangan Digital	
2.	Wadah dan pengaduk	
3.	Kawat Teflon	
4.	Operanera	

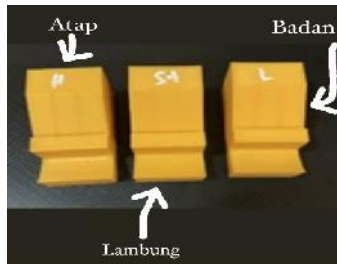
Tabel 2. Bahan Penelitian untuk membuat Produk

No.	Bahan	Gambar
1.	Epoxy Resin dan Katalis	
2.	Modul Serat Fibra (Anti Lempar Epoxy Resin)	

- Oles seluruh permukaan *mold* menggunakan *mold realese wax agar epoxy* resin tidak lengket dan mudah dilepas dari *mold* .
- Wadah dan pengaduk digunakan untuk mencampurkan *epoxy* resin dan katalis serta menggunakan timbangan digital untuk menakar *epoxy* resin dengan takaran 2:1. Lalu, Aduk *epoxy* resin hingga merata.
- Tuang *epoxy* resin kedalam *mold* dengan cara *extruding* hingga *volume* penuh. Lalu, tunggu tunggu sampai *epoxy* resin mengeras kurang lebih 3 - 5 jam.
- Buka *mold* dan Produk telah selesai dibuat.

2.8 Pembuatan Spesimen Uji

Peneliti membuat potongan – potongan bagian dari *mold* yang dicetak untuk di uji kekasarnya: atap perahu, lambung perahu, permukaan lambung perahu.



Gambar 8. Sampel Uji *High, Standard, Low* serta letak bagian yang akan di uji kekasarnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Dari proses pengujian, dibuat beberapa potongan dari *mold* agar bisa di uji kekasaran pada permukaan *mold* . Maka, *mold* dibagi menjadi beberapa bagian yaitu permukaan atap perahu, permukaan badan perahu dan permukaan lambung perahu. Uji kekasaran dilakukan sebanyak 3x pengulangan secara vertikal dan horizontal didapat data hasil uji kekasaran pada Tabel 6 sampai 8 sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian kekasaran atap kapal pada sampel low,standart,high

No.	Standard ISO											
	Length: 0,5 x 3				Kecerut: 1 40				Material: PLA			
	Sampel Uji Coba Atap Perahu											
	Low (0,25)				Standard (0,25)				High (1,18)			
X (µm)		Y (µm)		X (µm)		Y (µm)		X (µm)		Y (µm)		
Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	
1	0,250	20,10	0,99	22,79	0,27	21,2	0,491	28,33	2,00	24,3	3,401	17,89
2	6,447	24,41	6,83	32,11	6,33	28,83	6,295	32,25	3,45	14,3	18,25	18,25
3	6,218	20,3	5,3	30,5	6,83	37,42	6,880	24,1	4,050	16,11	3,1	17,85
Rata												
Rata	3,377	21,27	5,05	31,79	3,51	29,03	5,73	22,06	3,68	17,01	3,62	17,83
Rata												

Tabel 7. Hasil Pengujian kekasaran badan kapal pada sampel low,standart,high

No.	Standard ISO											
	Length: 0,5 mm x 3				Kecerut: 1 40				Material: PLA			
	Sampel Uji Badan Perahu											
	Low (0,25)				Standard (0,25)				High (0,13)			
X (µm)		Y (µm)		X (µm)		Y (µm)		X (µm)		Y (µm)		
Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	
1	3,175	26,78	6,140	38,54	6,875	26,78	5,317	34,55	3,205	33,11	7,247	39,13
2	3,827	20,1	5,285	33,63	6,38	30,6	4,57	34,00	4,68	42,56	6,174	36,56
3	4,251	39,54	4,35	30,86	3,254	35,6	5,316	35,41	3,805	35,6	6,457	35,67
Rata												
Rata	3,85	30,14	5,26	37,34	5,77	31,46	4,95	34,60	4,15	37,00	6,67	36,36
Rata												

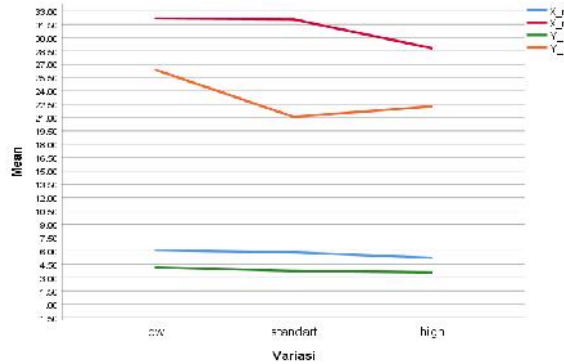
Tabel 8. Hasil Pengujian kekasaran lambung kapal pada sampel low,standart,high

No.	Standard ISO											
	Length: 0,5 mm x 3				Kecerut: 1 40				Material: PLA			
	Sampel Uji Perambatan Lambung Perahu											
	Low (0,25)				Standard (0,22)				High (0,16)			
X (µm)		Y (µm)		X (µm)		Y (µm)		X (µm)		Y (µm)		
Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	
1	11,21	45,54	11,53	12,26	3,028	39,74	10,658	3,579	7,748	11,86	10,64	0,6
2	10,96	15,77	2,206	13,36	7,321	32,63	10,703	4,000	7,927	34,73	10,668	4,010
3	10,7	15,79	0,58	2,41	7,571	33,61	0,242	2,579	7,969	36,21	0,175	2,93
Rata												
Rata	10,97	15,03	1,15	10,69	7,91	35,43	0,54	3,48	7,88	34,28	0,41	2,53
Rata												

Tabel diatas merupakan hasil dari pengujian kekasaran menggunakan alat uji kekasaran TR200. Dimana pengujian dilakukan terhadap 3 titik *vertikal* dan *horizontal* dari 9 potongan sampel yang berbeda yaitu 3 potongan atap dari *mold low, standard, high*. 3 potongan badan dari *mold low, standard, high*. 3 potongan jalan dari *mold low, standard, high*. Di dapatkan hasil seperti tabel di atas.

3.2 Perbandingan Hasil Uji kekasaran

Dari data hasil pengujian kekasaran terhadap spesimen uji pada tabel 6 sampai tabel 8 maka dapat dilihat perbandingan rata-ratanya pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik batang perbandingan kekasaran antara *low, standart, high*

Dari perbandingan tersebut peneliti menyimpulkan bahwa tingkat kekasaran paling terendah yaitu pada *mold* yang dicetak dengan kualitas *Layer Height: 0,16* "Kualitas *High*"

3.3 Analisis Data Hasil Uji kekasaran

Agar dapat mengidentifikasi analisis pengaruh parameter terhadap kekasaran *molding*, maka perlu dilakukan analisis data hasil pengukuran dengan *analysis of variance* (ANOVA). Disini peneliti akan melakukan perhitungan menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic 26* untuk mempermudah perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) dengan metode "One Way".

Adapun hipotesa (H_0) yang diuji yaitu tidak ada pengaruh dari faktor terhadap kekasaran *molding* dan (H_1) yang di uji berpengaruh dari faktor terhadap kekasaran *Molding*.

Tabel 9. Hasil Uji F (Uji Simulasi)

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.335	4	.334	3.150	.034 ^b
	Residual	1.665	4	.416		
	Total	3.000	8			

a. Dependent Variable: *VAR0001*

b. Predictors: (Constant) *Y_U1, X_U1, X_U2, Y_U2*

Dari tabel diatas didapatkan hasil dari perhitungan ANOVA dari spesimen uji kekasaran terhadap *molding*. Dengan ini dapat dilakukan pengujian hipotesanya sebagai berikut:

1. Penentuan hipotesa
 - Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ (H_0) yang diuji tidak ada pengaruh dari faktor terhadap kekasaran pada *molding*.
 - Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ (H_1) yang diuji berpengaruh dari faktor terhadap kekasaran pada *molding*.
2. Menentukan F_{hitung}
Dari perhitungan ANOVA yang ditunjukkan pada tabel 9 didapatkan $F_{hitung} = 3.150$
3. Menentukan F_{tabel}
Kita dapat menentukan F_{tabel} dengan cara melihat tabel statistika (Lampiran) dengan tingkat signifikan 0,034 dan df (Jumlah variabel) = 4 dan df2 ($n-k-1$) yaitu $54-4-1 = 49$, dapat dilihat pada F_{tabel} sebesar 2,56.
4. Kriteria pengujian
Dari data yang didapat, hasil sebagai berikut: $F_{hitung} 3.150 > F_{tabel} 2,56$
5. Kesimpulan
Dikarenakan $F_{hitung} 3.150 > F_{tabel} 2,56$. Maka (H_1) diterima, yang artinya sampel yang diuji berpengaruh dari faktor terhadap terhadap kekasaran pada *molding*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil data penelitian yang telah dilakukan peneliti mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dari Analisa menggunakan ANOVA yang telah diterapkan, peneliti dapat menyimpulkan hasil *layer height: low, standard, high* pada kekasaran *molding* yang dicetak dapat dibuktikan pada bab pembahasan dengan $F_{hitung} 3.150 > F_{tabel} 2,56$ dengan signifikan $0,034 < 0,05$.
- Dari yang telah dilakukan terdapat hasil kekasaran terendah pada *layer height: high quality* (0,16). Yaitu, dengan rata – rata:
 - a. X Ra: atap 3,68 : badan 4,13 : lambung badan 7,88
 - b. X Rt: atap 15,01 : badan 37,09 : lambung badan 34,28
 - c. Y Ra: atap 3,62 : badan 6,67 : lambung badan 0,41
 - d. Y Rt: atap 17,83 : badan 46,45 : lambung badan 2,53

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Budi. 2020. "Biduk Kajang, Perahu Rakyat Sriwijaya".
<https://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bpnbsumbar/perahu-kajang-perahu-berbentuk-rumah/>. Diunduh pada 19/06/2015.
- Abby, R.S. 2021. "Mengenal 3D printing". *Journalism and Website Division Staff - Humas Elektro ITK*
- Pratiknyo B. 2012. "Penyiapan Sumber Daya di Bidang Moulding".https://ubaya.ac.id/2018/content/articles_detail/65/PENYIAPAN-SUMBER-DAYA-DI-BIDANG-MOULding.html. Diakses pada 12/12/2012.
- Winando. 2021. "Sejarah Perahu Kajang Ikon Kabupaten Ogan Kmering Ilir, Transportasi Zaman Kerajaan Sriwijaya". <https://Sejarah Perahu Kajang Ikon Kabupaten Ogan Komerling Ilir, Transportasi Zaman Kerajaan Sriwijaya - Tribunsumsel.com>. Diakses pada 09/09/2021.
- Zamzam, F.R. et al. 2019. "Pemanfaatan Teknologi *Print* Tiga Dimensi Sebagai Usaha Manufaktur Pendukung Pariwisata Lokal Daerah". *F. Saintek Unira Malang*. Vol. 3 No. 1.