

Penerapan Toleransi dalam Pembuatan JIG Jackcable Menggunakan 3D Printing

¹Karyadi, ²Rizki Aulia Nanda, ³Dodi Mulyadi, ⁴Ade Suhara,
⁵Aris Abdul Sunandar, ⁶Fathan Mubina Dewadi

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Buana Perjuangan Karawang

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Buana Perjuangan Karawang

³Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

e-mail: karyadi@ubpkarawang.ac.id

Abstrak

JIG merupakan sebuah komponen yang sangat penting dalam dunia industri baik industri manufacturing dan industri lainnya, JIG adalah sebuah komponen yang akan digunakan dalam penempatan atau dukungan untuk sebuah proses dalam industri. JIG digunakan sebagai media membantu dalam penempatan komponen-komponen produksi yang akan di manufacturing, permasalahan yang timbul adalah pada saat pembuatan JIG memerlukan ukuran yang sesuai terhadap benda yang akan ditempatkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah menetapkan sebuah toleransi untuk pembuatan JIG menggunakan mesin 3D Printing. Metode yang digunakan yaitu dimulai dengan pengukuran benda manufacturing yaitu jackcable pada pin 16 dan pin 10. Setelah dilakukan proses pengukuran maka penentuan toleransi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, ketika perhitungan toleransi terhadap hasil pengukuran maka selanjutnya dilakukan proses desain. Hasil desain akan diubah menjadi format G-Code untuk dicetak menggunakan mesin 3D Printing. Hasil penelitian ini menunjukkan simbol "i,j,n,m dan e" memiliki toleransi yang sama yaitu 0.5-0.7mm hal tersebut karena pada bagian tersebut toleransi hanya menerapkan tingkat suaian yang longgar atau suaian kasar. Secara keseluruhan dapat disimpulkan hasil penelitian ini pada JIG pin 10 menggunakan suaian sedang dan pada JIG pin 16 menggunakan suaian kasar.

Kata Kunci : JIG, 3D Printing, Toleransi pengukuran

Abstract

JIG is a very important component in the industrial world, both manufacturing and other industries, JIG is a component that will be used in placement or support for a process in industry. JIG is used as a medium to help in the placement of production components to be manufactured, the problem that arises is when making JIG requires a size that is appropriate to the object to be placed, so the purpose of this study is to determine a tolerance for making JIG using a 3D Printing machine. The method used is to start with measuring the manufacturing object, namely the jackcable on pin 16 and pin 10. After the measurement process is carried out, the determination of tolerance is in accordance with the established standards, when calculating the tolerance for the measurement results, the design process is then carried out. The design results will be converted into G-Code format to be printed using a 3D Printing machine. the results of this study show that the symbols "i, j, n, m and e" have the same tolerance, namely 0.5-0.7mm, this is because in that section the tolerance only applies a loose or rough adjustment level. Overall, it can be concluded that the results of this research use medium adjustment on JIG pin 10 and coarse adjustment on JIG pin 16.

Keywords : JIG, 3D Printing, Measuring tolerance

PENDAHULUAN

Sebuah industri memerlukan perangkat JIG untuk sebuah penempatan peralatan manufacturing yang akan digunakan, komposisi sebuah JIG harus di desain sesuai dengan dimensi dan bentuk dari komponen tersebut, maka dalam perencanaannya dibutuhkan proses pengukuran yang presisi untuk menghasilkan bentuk JIG. dalam proses desain dibutuhkan sebuah toleransi, permasalahan yang timbul yaitu dalam pembuatan Jig tidak menggunakan

toleransi yang baik sehingga menghasilkan dimensi JIG yang terlalu berlebih terhadap benda Manufacturing yang akan dicengkeram. maka pada penelitian ini membuat JIG dengan menggunakan metode toleransi terhadap desain dan JIG tersebut akan dicetak menggunakan 3D printing. penelitian ini telah dilakukan oleh beberapa penelitian terdahulu baik penelitian internasional maupun penelitian nasional, fungsi JIG sangat penting dalam dunia industri, karena dapat membantu dalam proses pembuatan dan proses assembling, objek dari penelitian ini yaitu kabel yang sudah tersambung pada Jack Pin, dan ukuran Jack tersebut yang akan digunakan dalam proses pembuatan 3D print untuk dilakukan pengujian. Dalam membuat sebuah JIG adiktif manufacturing dibutuhkan beberapa pengamatan yang sangat mendasar yaitu desain kompleks, material yang mendukung, manajemen panas pada saat proses pencetakan dan terakhir yaitu ukuran dan skala. Maka dengan penerapan seperti itu menghasilkan sebuah desain yang sesuai dengan benda kerja yang akan digunakan untuk manufacturing[1]. Dalam membuat sebuah JIG adiktif manufacturing dibutuhkan beberapa pengamatan yang sangat mendasar yaitu desain Kompleks, material yang mendukung, manajemen panas pada saat proses pencetakan dan terakhir yaitu ukuran dan skala. maka dengan penerapan seperti itu menghasilkan sebuah desain yang sesuai dengan benda kerja yang akan digunakan untuk Manufacturing. Pembuatan JIG menggunakan 3D print sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan suhu terhadap material PLA, maka seringkali terjadi sebuah efek cacat yang tidak sesuai dengan desain maka dibutuhkan kalibrasi terhadap Mesin 3D print[2][3][4]. Perhatikan Tabel 1 untuk melihat Spesifikasi Material PLA (*Polylactic acid*).

Tabel 1. Spesifikasi Material PLA

Spesifikasi <i>PLA+</i>	Nilai/keterangan
<i>Polymer Additivies</i>	<i>Polyester + High Strength</i>
<i>Filament Diameter</i>	1,75 mm
<i>Density</i>	1,26 (g/cm ³)
<i>Melt Flow Index</i>	7 – 10 (g/10min) / (190°C/2,16kg)
<i>Tensile Strength</i>	6 – 11 (KGF)
<i>Elongation at Break</i>	4,5 %

Spesifikasi yang ada pada tabel 1 dapat dijelaskan bahwa Mesin 3D print harus memiliki suhu yang sesuai dengan spesifikasi material PLA. Dalam implementasi toleransi pada saat dilakukan proses perancangan maka dibutuhkanlah ambang batas atas dan ambang batas bawah agar toleransi tersebut masuk terhadap fungsi JIG terhadap hasil Manufacturing[5][6][7]. Gunakan persamaan 1 dalam memperoleh bentuk evaluasi toleransi.

$$T = \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$$

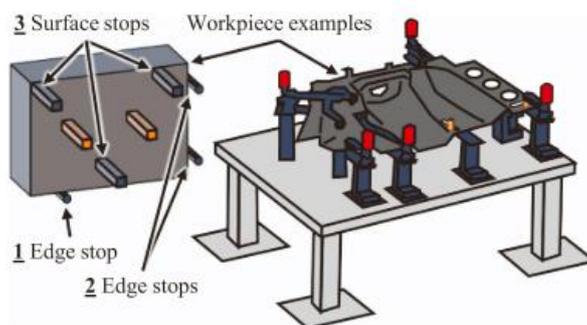
Dari persamaan 1 dapat dijelaskan maka untuk memperoleh nilai T harus ada toleransi maksimal dan toleransi minimal atau dengan kata lain yaitu nilai ambang batas atas dan nilai ambang batas bawah maka nanti pertengahannya dapat menghasilkan sebuah nilai yang lebih dominan tidak membesar dan tidak mengecil. maka dari itu penerapan toleransi sangat penting untuk memperoleh bentuk yang sesuai dengan hasil Manufacturing. Penggunaan JIG dari 3D print juga tidak hanya di industri otomotif tetapi industri elektronika juga bisa menerapkan hal tersebut karena pada umumnya elektrikal-elektrikal tersebut tersusun secara rapi yang dibantu oleh sebuah JIG[8][9][10]. Pembuatan JIG menggunakan 3D print menggunakan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Mesin 3D Printing

Maching Model	Ender 3 Pro
Modeling Technoloy Printing Size	Fused Deposition Modeling
Printing Size	220mm* 220mm* 250 mm

Printing Speed	≤180mm/s, 30-60 mm/s normal.
Printing Precision Nozzle Diameter	±0.1mm
Nozzle Diameter	0.4mm
Hotbed Temperature File transfer	≤100°C
File Transfer	SD-card offline or Online
File Format	STL, AMF, OBJ
Slicing Software Power-Supply	Cura, , Simplify3D, Repetier Host
Power Supply	AC100-120V/6.8A 200-240V/3.4A/ 50/60Hz
Filament Net weight	1.75mm PLA, TPU, ABS, carbon fiber, Gradient-color, Wood etc.
Net Weight	6.98 Kg
Machine Size Gross Weight	440mm* 440mm* 465 mm
Gross Weight	9 Kg
Packaging Size	595mm* 495mm* 165 mm

Optimasi sebuah desain sangat dibutuhkan untuk memperoleh sebuahudukan JIG yang akan digunakan, misal jika sebuah JIG[11] akan ditempatkan pada suatu Warehouse maka perlu adanya pengikat seperti baut dan mur, maka pendukung-pendukung seperti itu menjadi nilai penting dalam mengoptimasi sebuah JIG[12][13][14][15]. Perhatikan Gambar 1 yang memiliki optimasi desain terhadap JIG.

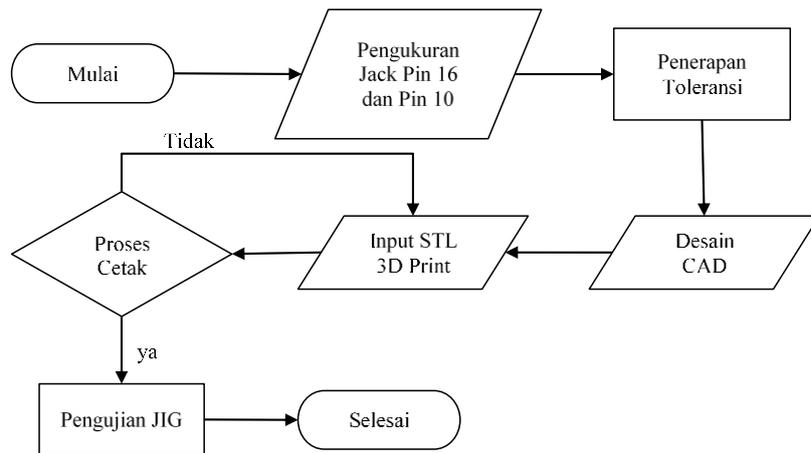


Gambar 1. Optimasi JIG[10]

Dari Gambar 1 dapat di tampilkan bahwa ada 3 tahapan untuk memperoleh Optimasi desain dalam mencetak JIG 3D Print. Maka dari itu pembaruan pada penelitian ini adalah optimalisasi desain, toleransi setiap bagian dan pengujian kesesuaian.

METODE PENELITIAN

Untuk mengembangkan optimasi desain dalam sebuah JIG maka perlu adanya tahapan yang akan diamati supaya menghasilkan desain yang baik terhadap kabel Jack yang akan menjadi objek. Perhatikan Gambar 2 metode penelitian yang akan digunakan.



Gambar 2. Metode Penelitian

Dari gambar 2 dapat dijelaskan bahwa ada beberapa tahapan yang pertama dimulai dengan pengukuran yang kedua penerapan toleransi yang ketiga desain JIG yang keempat input STL untuk 3D print dan terakhir adalah pengujian Jig yang sesuai atau tidak terhadap Jack pin tersebut.

A. Pengukuran *Jack Pin 16 dan 10*

Pengukuran *Jackcable* pada pin 16 dan pin 10 menggunakan alat ukur jangka sorong dan penggaris mm sehingga memperoleh ukuran yang sangat spesifik. Alat ukur jangka sorong dapat dilihat pada Gambar 3.



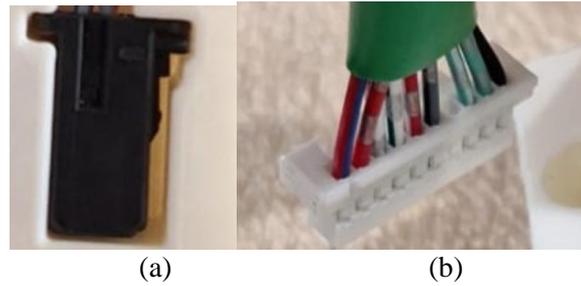
Gambar 3. Jangka Sorong

Selanjutnya menggunakan penggaris dengan satuan mm yang dapat dilihat pada Gambar 4. Penggaris ini memiliki presisi pengukuran yang sangat teliti.



Gambar 4. Penggaris mm

Dari Gambar penggaris mm dapat memberikan hasil yang lebih presisi untuk penetapan ukuran pada JIG yang akan dibuat maka penetapan toleransi bisa di tentukan. Bentuk *Jackcable* dengan ukuran 16 pin dan 10 pin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jackcable (a) pin 16 dan (b) pin 10

B. Penerapan Toleransi

Implementasi toleransi berdasarkan standar yang telah ditetapkan pada pengukuran geometri, untuk standarnya dapat dilihat pada Tabel 3.

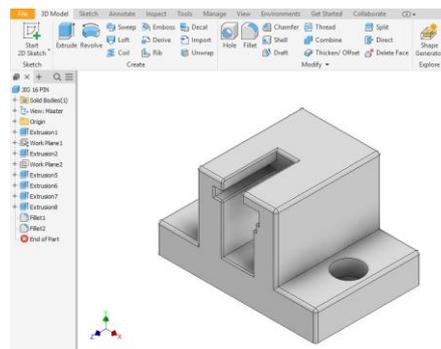
Tabel 3. Toleransi yang diizinkan

Ukuran Nominal (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
Penyimpangan yang diizinkan	Teliti sedang	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
	Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
	Kasar	-	±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3

Dimensi pada JIG tersebut memiliki ukuran nominal berkisar antara 0.5-6 mm maka pemilihan toleransi berada pada 0.5-3 dan 3-6 dengan ketelitian yang kasar. Setelah mengetahui ketetapan dari toleransi tersebut maka selanjutnya adalah dengan membuat desain CAD sesuai dengan ukuran yang telah diukur dan diberikan toleransi.

C. Desain CAD

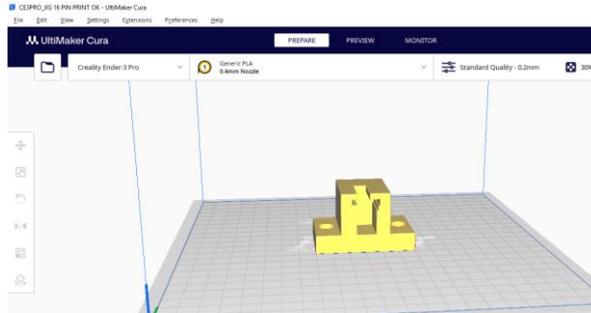
Setelah mengukur maka hasil ukuran akan digunakan untuk mendesain JIG. Semua dimensi diberikan toleransi agar ketelitiannya menjadi kasar dan Jackcable bisa masuk kedalam JIG yang telah di desain. Desain JIG dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain JIG menggunakan CAD

D. Input STL

Setelah melakukan proses desain yaitu proses merubah CAD menjadi G-Code agar proses cetak pada 3D print memiliki titik koordinat yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Eksport dari STL

Setelah dilakukan eksport ke STL selanjutnya input ke Ultimaker Cura untuk dijadikan G-Code, G-code tersebut akan dimasukkan pada mesin 3D Print agar melakukan proses cetak.

E. Proses Cetak 3D

G-Code yang diperoleh dari UltimakerCura dimasukkan ke 3D print menggunakan mikroSD, untuk mesin 3D printnya dan proses cetak dapat dilihat pada Gambar 8.

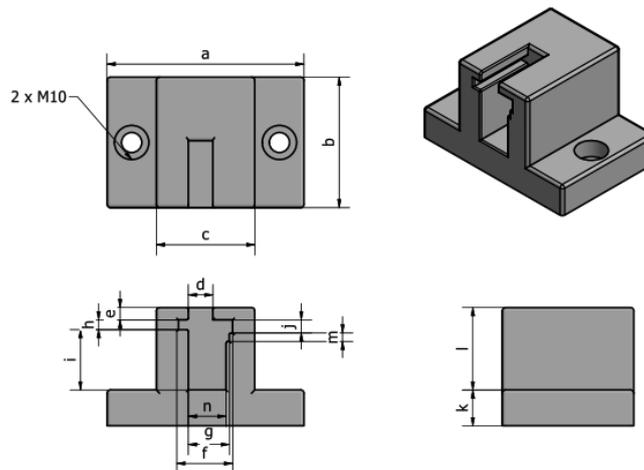


Gambar 8. Mesin 3D Print

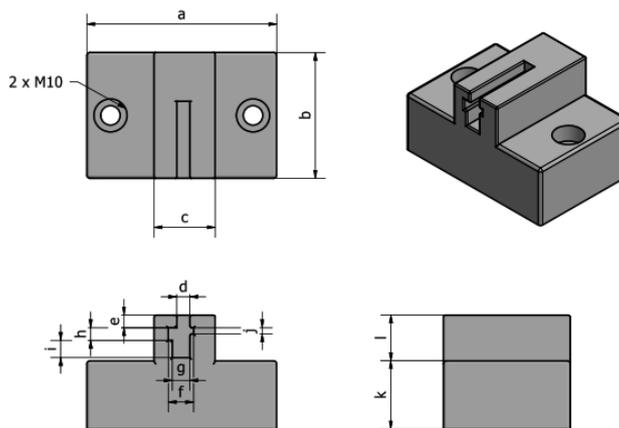
Proses cetak 3D print untuk JIG pin 16 dan JIG pin 10 memakan waktu sebanyak 2.5 jam maka total ke 2 JIG tersebut tercetak selama 5 Jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini akan menguji toleransi pada 2 JIG yaitu JIG pada pin 16 dan JIG pada pin 10. Semua dimensi pada JIG diberi tanda tampilan atas bawah samping dan depan. Sehingga dari dimensi awal dan toleranis akan dikumpulkan dalam bentuk tabel. Perhatikan Gambar 9 desain pembuatan JIG untuk *Jackcable*.



(a)



(b)

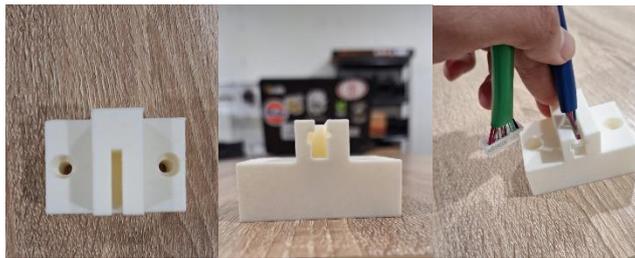
Gambar 9. Desain (a) JIG Pin 16 dan (b) JIG Pin 10

Dari Gambar 9 a dan b menunjukkan simbol-simbol yang akan digunakan dalam menentukan ukuran dan toleransi untuk ditampilkan dalam Tabel 4. Setiap toleransi yang ditetapkan akan ditampilkan dalam bentuk Grafik untuk melihat perbedaan toleransi di setiap simbol yang telah di tetapkan.

Tabel 4. Penentuan Toleransi pada desain

Simbol	JIG Pin 16		JIG Pin 10		
	Ukuran(mm)	Toleransi (mm)	Simbol	Ukuran(mm)	Toleransi (mm)
a	60	0	a	0	0
b	40	0	b	0	0
c	30	0	c	40	0
k	11	0	k	60	0
l	125	0	l	4	0,12
Lubang	M10	0,2	Lubang	M10	0,2
d	7	0,5	d	2	0,3
f	17	0,5	f	4	0,3
g	12	0,5	g	8	0,3
h	3	0,5	h	19	0,3
i	18	0,5	i	4	0,5
j	4	0,5	j	5	0,5
n	11	0,5	n	5	0,5
m	2	0,6	m	14	0,5
e	3	0,77	e	21	0,7

Toleransi diurut berdasarkan ukuran terkecil ke ukuran terbesar, tujuan pengurutan tersebut adalah supaya mengetahui pada simbol apa toleransi terbesar berada. Dapat dilihat pada Gambar 10 untuk melihat perbandingan toleransi di antara ke 2 JIG tersebut.



Gambar 11. JIG Pin 10

Pada JIG untuk pin 10 dapat dilihat pada Gambar 11 maka dengan menerapkan suaian sedang menghasilkan ukuran yang sesuai pada *Jackcable*. Hasil cetak pada 3D print memberikan bentuk tanpa adanya kelonggaran pada bagian JIG terhadap *Jackcabel*. Maka dapat disimpulkan JIG untuk pin 10 dapat digunakan dengan suaian teliti atau suaian pas. Pembuatan JIG tersebut sangat penting untuk proses manufacturing *Jackcabel* pada saat kabel dan *jack* dimasukkan menjadi satu dan *jackcable* tersebut akan digunakan dalam sambungan wiring kelistrikan otomotif mobil.

SIMPULAN

Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka dapat dijelaskan bahwa dengan membuat JIG pada pin 10 dan pin 16 memerlukan toleransi yang sesuai agar *Jackcable* tersebut masuk kedalam penempatan JIG. Pada *Jackcable* pin 10 memerlukan suaian paksa dan pada pin 16 memerlukan suaian longgar dibebberapa bagian, dengan implementasi toleransi tersebut pada saat pengujian maka *Jackcable* pin 10 dan pin 16 dapat masuk dengan baik sesuai dengan keseuaian yang telah ditetapkan. JIG tersebut akan digunakan untuk manufacturing *Jack and cable* dalam proses pemasangan Plug wiring yang akan digunakan dalam kelistrikan otomotif mobil. Pada umumnya *Jackcable* pada pin 10 dan pin 16 akan digunakan dalam wiring lampu dan wiring klakson pada bagian setir mobil.

SARAN

Saran-saran penelitian ini adalah pengembangan pembuatan jig perlu ditingkatkan pada penelitian menggunakan material baja pada proses peleburan dengan tujuan agar melihat struktur JIG yang kuat untuk penggunaan pada komponen yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas bantuan pendanaan penelitian fundamental ini oleh pihak LPPM UBP Karawang, dan penulis juga mengucapkan terimakasih kepada PT. Onamba Indonesia yang memberikan izin untuk membuat penelitian tentang JIG ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Rajwardhan Pandit and H. Chandrakant Pandit, "Advances in Jig Manufacturing: A Comprehensive Review of Techniques, Technologies, and Applications," *Harshwardhan Chandrakant Pandit. Int. J. Eng. Res. Appl. www.ijera.com*, vol. 13, no. July, pp. 1–10, 2023, doi: 10.9790/9622-13070110.
- [2] S. Rouf, A. Raina, M. Irfan Ul Haq, N. Naveed, S. Jeganmohan, and A. Farzana Kichloo, "3D printed parts and mechanical properties: Influencing parameters, sustainability aspects, global market scenario, challenges and applications," *Adv. Ind. Eng. Polym. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 143–158, 2022, doi: 10.1016/j.aiepr.2022.02.001.

-
- [3] I. Setiawan *et al.*, “Penerapan Jig & Fixture pada Produksi Massal di Industri Manufaktur,” *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 104, 2023, doi: 10.35194/jmtsi.v7i2.3165.
- [4] B. C. Tjiptady, R. Z. Rahman, R. F. Meditama, and G. Widayana, “Jig and Fixture Redesign for Making Reamer on Head Cylinder,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 9, no. 1, pp. 32–41, 2021, doi: 10.23887/jptm.v9i1.32597.
- [5] S. Shanmugam, A. Naik, T. Sujan, and S. Desai, “Developing Robust 3D Printed Parts For Automotive Application Using Design For Additive Manufacturing And Optimization Techniques,” *INCOSE Int. Symp.*, vol. 29, no. S1, pp. 394–407, 2019, doi: 10.1002/j.2334-5837.2019.00694.x.
- [6] A. Dasgupta and P. Dutta, “A Comprehensive Review on 3D Printing Technology: Current Applications and Challenges,” *Jordan J. Mech. Ind. Eng.*, vol. 16, no. 4, pp. 529–542, 2022.
- [7] P. Springer *et al.*, “Implementation of a fully automated filament extrusion system and investigation on process speed optimization,” no. March, pp. 1–6, 2018, [Online]. Available: www.ddmc-fraunhofer.de
- [8] R. Paliwal, “3D printed jigs and fixtures Application in manufacturing of suspension arm for ATV,” no. March, 2021, doi: 10.17148/IARJSET.2021.8342.
- [9] V. Bagaria, R. Bhansali, and P. Pawar, “3D printing- creating a blueprint for the future of orthopedics: Current concept review and the road ahead!,” *J. Clin. Orthop. Trauma*, vol. 9, no. 3, pp. 207–212, 2018, doi: 10.1016/j.jcot.2018.07.007.
- [10] F. Fiedler *et al.*, “Jigs and fixtures in production: A systematic literature review,” *J. Manuf. Syst.*, vol. 72, no. July 2023, pp. 373–405, 2024, doi: 10.1016/j.jmsy.2023.10.006.
- [11] R. A. Nanda, K. Karyadi, F. M. Dewadi, and M. N. Rizki, “Perancangan dan Pembuatan JIG FOG Lamp Mobil Dengan Material Aluminium,” *J. Mek. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 9–14, 2023.
- [12] M. Pekarčíková, P. Trebuňa, M. Kliment, M. Edl, and L. Rosocha, “Optimization of technological Jigs flow in automotive using software module tecnomatix plant simulation,” *Acta Logist.*, vol. 7, no. 2, pp. 111–120, 2020, doi: 10.22306/al.v7i2.167.
- [13] S. A. Syed *et al.*, “Guidelines to Design Custom 3D Printed Jig for Orthopaedic Surgery,” *Smart Innov. Syst. Technol.*, vol. 223, no. May, pp. 585–594, 2021, doi: 10.1007/978-981-16-0084-5_48.
- [14] B. Gadagi and R. Lekurwale, “A review on advances in 3D metal printing,” *Mater. Today Proc.*, vol. 45, pp. 277–283, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.10.436.
- [15] R. A. Nanda, K. Karyadi, and R. Roban, “Use of Mini Solar Panels for Battery Charging in the Mini Robot Warehouse,” *Circuit J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 1–15, 2024.
-