

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES PENCETAKAN 3D
TERHADAP AKURASI PENCETAKAN MENGGUNAKAN
METODE TAGUCI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan Program
Pendidikan Strata 1 Pada Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

ALZIAH ZIMBALIST

2102220054

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2025

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES PENCETAKAN 3D
TERHADAP AKURASI PENCETAKAN MENGGUNAKAN METODE
TAGUCI**

Oleh :

ALZIAH ZIMBALIST

2102220054

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui Oleh:

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**

Dosen Pembimbing I

Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT..

Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM.

Dosen Pembimbing II

Imam Akbar, ST., MT.

**Disahkan,
Dekan FT-Teknik Mesin**

Dr. Ani Firda, ST., MT

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES PENCETAKAN 3D
TERHADAP AKURASI PENCETAKAN MENGGUNAKAN METODE
TAGUCI**



Oleh:

ALZIAH ZIMBALIST

2102220054

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., MM.

Imam Akbar , ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Heriyanto Rusmaryadi,ST,MT.

Lembar Pernyataan Keaslian Skripsi

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ALZIAH ZIMBALIST

NIM : 2102220054

Menurut peneliti diputuskan bahwa skripsi berjudul **ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES PENCETAKAN 3D TERHADAP AKURASI PENCETAKAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCI** merupakan hasil dari karya

sendiri, hal yang merupakan bukan karya saya dalam perancangan skripsi ini akan diberi tanda citasi dan dicantumkan dalam daftar pustaka

Atas demikian sesuai pernyataan saya bahwa tidak ada hal yang merupakan pelanggaran atas nama karya skripsi ini, jika telah dibuktikan bahwa saya melanggar segala ketentuan kampus, saya siap menerima sanksi akademik seperti pencabutan skripsi dan gelar diperoleh oleh saya dari skripsi tersebut.

Palembang, Desember 2025

Materai 10000

ALZIAHZIMBALIST

NIM.2102220054

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika dari program studi **TEKNIK MESIN** fakultas Teknik Universitas tridinanti kota palembang, saya menyatakan bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ALZIAH ZIMBALIST

NIM : 2102220054

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK MESIN

Untuk pengembangan ilmu pengetahuan maka saya memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Kota Palembang sebagai hak bebas royalti non eksklusif (*non eksklusive rolayity free right*) atas hasil penelitian saya yang diberi judul :

ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES PENCETAKAN 3D TERHADAP AKURASI PENCETAKAN MENGUNAKAN METODE TAGUCI

Saya juga akan menyerahkan perangkat (jika diharuskan perlu), dengan hak royalti eksklusif ini pihak kampus berhak menyimpan hasil karya penelitian dalam bentuk data base dan publikasi tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis maupun pencipta dan pemilik hak cipta karya ini..

Demikian pernyataan yang saya dapat buat tanpa tekanan dari pihak manapun.

Palembang, Tanggal 05 Agustus 2025

ALZIAH ZIMBALIST

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Hidup adalah medan perjuangan, setiap langkah adalah pengorbanan, dan setiap tetes keringat adalah investasi untuk masa depan yang gemilang." (Alziah Zimbalist, ST.)

Kepada:

- ❖ *Kepada Kedua orang tua Haryadi dan ibu Asnah S,pd, Yang telah memberikanku semangat dan selalu mndoakan yang terbaik untukku. Semuahasil ini berkat dukungan dan doa kalian.*
- ❖ *Kepada PT. TIRTA FRESINDO JAYA, Yang Telah Memberikan Kesempatan Kepada Saya Untuk Menerima Bantuan Beasiswa Karyawan.*
- ❖ *Istri Dan Anakku Tercinta, sudah menemani selama perjalanan kuliah saya, dan memberikan semangat serta memberikan Sopport.*
- ❖ *Almamater kebanggaan.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karuniah dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul, “**Analisis Pengaruh Parameter Proses Pencetakan 3D Terhadap Akurasi Pencetakan Menggunakan Metode Taguci**” dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Selain itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS., Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST. M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
3. Bapak Heri Rusmaryadi, ST., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti
4. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM. Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
5. Bapak Imam Akbar, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
6. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti atas ilmu yang telah diberikan..

Penulis Sangat menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna

dikarnakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti

Palembang, Juli 2025

Penulis

Alziah Zimbalist
Npm : 2102220054

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. <i>Additive Manufacturing (AM)</i>	8
2.2. <i>Fused Deposition Modeling (FDM)</i>	9
2.3. Parameter Proses Pencetakan 3D	10
2.3.1. Ketebalan Lapisan (<i>Layer height</i>).....	10
2.3.2. Suhu <i>Nozzle</i>	11
2.3.3. Kecepatan Pencetakan.....	11
2.3.4. Kepadatan Pengisi (<i>Infill</i>)	12
2.3.5. Laju Pendinginan	12
2.3.6. Orientasi Cetak.....	13
2.4. Material 3D Printer FDM.....	14
2.4.1. <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)</i>	14
2.4.2. <i>Polylactic Acid (PLA)</i>	15
2.5. Akurasi Dimensi dalam Pencetakan 3D.....	16
2.6. Metode Taguchi.....	17

2.6.1. Persamaan <i>Ratio Signal-to-Noise (S/N)</i>	18
2.6.2. Persamaan <i>Analysis of Varians (ANOVA)</i>	20
2.7. Penelitian Terkait.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	22
3.2. Desain Spesimen	23
3.3. Proses Pencetakan Spesimen.....	24
3.4. <i>Metode Taguchi</i>	25
3.5. Identifikasi Parameter dan Level	25
3.6. Desain Eksperimen.....	26
3.7. Pelaksanaan Eksperimen.....	26
3.7.1. Alat dan Bahan.....	26
3.7.2. Prosedur Eksperimen	27
3.8. Pengukuran, Analisis Data dan Komparasi	27
3.9. Kegiatan Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Desain Experimen	29
4.2. S/N Ratio Nominal is Best	33
4.3. Uji Asumsi (Normalitas)	35
4.4. Analysis of Variance	40
4.4.1. Total Sum of Squares S/N Ratio (SS Total)	40
4.4.2. Rata-Rata S/N Ratio Tiap Faktor	40
4.4.3. Derajat Kebebasan (<i>degrees of freedom</i>)/ df.....	45
4.4.4. <i>Mean Square (MS)</i>	45
4.4.5. F-Value	46
4.5. Prediksi dan Optimasi Parameter	50
BAB V.....	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tipe-Tipe additive manufact	8
2.2. Mekanisme manufaktur FDM	9
2.3. Ketebalan lapisan pencetakan 3D	11
2.4. Kepadatan pengisi	12
2.5. Orientasi pencetakan	13
2.6. Filamen ABS	15
2.7. Filamen PLA	15
2.8. Akurasi dimensi.....	17
3.1. Diagram alir penelitian.....	22
3.2. Desain spesimen.....	23
3.3. Skematik diagram proses pencetakan 3D	24

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Karakteristik material PLA dan ABS	16
3.1. Array Ortogonal L9.....	26
3.2. Jadwal Kegiatan Penelitian	28
4.1. Nilai Dimensi Hasil Cetakan Pada Masing-Masing Kombinasi Parameter Eksperimen (DOE)	32
4.2. Nilai Rata-Rata Dimensi Cetak	34
4.3. Hasil Residual	42
4.4. Urutan Data S/N Ratio Dari Yang Terkecil	36
4.5. Hubungan Antara Nilai Residual Terhadap Persentil Kumulatif	37
4.6. Analysis Of Variance	47
4.7. Rata-Rata S/N Ratio Per Level Faktor	50
4.8. Aktual Vs Prediksi	51

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter proses pencetakan 3D terhadap akurasi dimensi produk menggunakan metode Taguchi. Parameter yang diteliti meliputi suhu nozzle, kecepatan pencetakan, ketebalan lapisan (*layer height*), dan kecepatan kipas pendingin (*fan speed*). Metode Taguchi digunakan untuk mengoptimasi parameter dengan pendekatan *orthogonal array* (L9) dan analisis *signal-to-noise ratio* (SNR) untuk meminimalkan variasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa ketebalan lapisan (*layer height*) memiliki pengaruh paling signifikan terhadap akurasi dimensi, diikuti oleh suhu nozzle. Hasil optimasi menghasilkan kombinasi parameter yang meningkatkan presisi cetak sebesar 23% dibandingkan dengan pengaturan standar. Penelitian ini memberikan rekomendasi parameter optimal untuk meningkatkan akurasi dalam pencetakan 3D.

Kata Kunci : Pencetakan 3D, Akurasi Dimensi, Metode Taguchi, Optimasi Parameter.

ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of 3D printing process parameters on dimensional accuracy using the Taguchi method. The investigated parameters include nozzle temperature, printing speed, layer height, and cooling fan speed. The Taguchi method was applied to optimize parameters through an L9 orthogonal array and signal-to-noise ratio (SNR) analysis to minimize variation. Experimental results indicate that layer height has the most significant effect on dimensional accuracy, followed by nozzle temperature. The optimization yielded a parameter combination that improved printing precision by 23% compared to default settings. This research provides optimal parameter recommendations to enhance accuracy in 3D printing.

Keywords : 3D Printing, Dimensional Accuracy, Taguchi Method, Parameter Optimization.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Additive Manufacturing (AM), atau yang lebih dikenal dengan pencetakan 3D, telah menjadi salah satu teknologi paling transformatif dalam dunia manufaktur modern (Akbar, King, dkk., 2023). Teknologi ini memungkinkan produksi komponen dengan geometri kompleks yang sebelumnya sulit atau bahkan tidak mungkin dibuat menggunakan metode manufaktur tradisional. Dalam beberapa tahun terakhir, AM telah diadopsi secara luas di berbagai industri, termasuk dirgantara, otomotif, kesehatan, dan barang konsumen. Keunggulan utama teknologi ini terletak pada kemampuannya untuk mengurangi limbah material, memungkinkan prototipe cepat, dan memfasilitasi kustomisasi produk sesuai kebutuhan spesifik. Namun, meskipun memiliki banyak keunggulan, tantangan utama yang masih dihadapi adalah konsistensi dalam mencapai akurasi dimensi dan kualitas permukaan yang tinggi (Huang dkk., 2013).

Akurasi dimensi merupakan faktor kritis dalam banyak aplikasi industri, terutama di bidang yang membutuhkan presisi tinggi seperti pembuatan implan medis, komponen dirgantara, atau alat presisi lainnya. Penyimpangan kecil dalam dimensi produk dapat menyebabkan ketidaksesuaian fungsi, penolakan produk, atau bahkan kegagalan dalam aplikasi kritis. Selain itu, ketidakakuratan dalam pencetakan juga dapat meningkatkan biaya pasca-proses, seperti pemesinan tambahan atau perbaikan manual, yang mengurangi efisiensi keseluruhan proses

produksi. Oleh karena itu, memahami dan mengoptimalkan parameter proses pencetakan 3D menjadi langkah penting untuk meningkatkan kualitas dan keandalan produk yang dihasilkan.

Proses pencetakan 3D, khususnya dalam teknologi *Fused Deposition Modeling (FDM)*, melibatkan banyak parameter yang saling berinteraksi dan memengaruhi hasil akhir. Beberapa parameter kunci meliputi ketebalan lapisan (*layer height*), suhu *nozzle*, kecepatan pencetakan, kepadatan *infill*, laju pendinginan, dan orientasi cetak. Setiap parameter ini memiliki dampak yang signifikan terhadap sifat mekanik, akurasi dimensi, dan kualitas permukaan produk (Santhakumar dkk., 2017). Sebagai contoh, ketebalan lapisan yang lebih tinggi dapat mengurangi waktu pencetakan tetapi meningkatkan kekasaran permukaan. Di sisi lain, suhu *nozzle* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan deformasi material, sementara suhu yang terlalu rendah dapat mengurangi adhesi antar lapisan (Lokesh dkk., 2022).

Kecepatan pencetakan juga memainkan peran penting; kecepatan yang terlalu tinggi dapat mengurangi akurasi, sedangkan kecepatan yang terlalu rendah dapat meningkatkan waktu produksi secara signifikan (Potnis dkk., 2024). Interaksi kompleks antara parameter-parameter ini membuat proses optimasi menjadi tantangan yang tidak sederhana. Pendekatan tradisional untuk optimasi sering kali melibatkan metode trial-and-error, yang memakan waktu, biaya tinggi, dan tidak efisien. Dalam skala industri, di mana waktu dan sumber daya sangat berharga, pendekatan ini menjadi kurang feasible. Oleh karena itu, diperlukan metode yang

lebih sistematis dan efisien untuk mengidentifikasi kombinasi parameter optimal yang dapat menghasilkan produk dengan akurasi dimensi yang tinggi.

Salah satu metode yang telah terbukti efektif dalam optimasi proses manufaktur adalah Metode Taguchi (Lokesh dkk., 2022). Dikembangkan oleh Genichi Taguchi, metode ini dirancang untuk meningkatkan kualitas produk dengan meminimalkan variabilitas dan dampak faktor-faktor gangguan. Metode Taguchi menggunakan pendekatan *Design of Experiments (DOE)* yang sistematis, memungkinkan peneliti untuk mempelajari pengaruh beberapa parameter secara bersamaan dengan jumlah percobaan yang minimal. Salah satu keunggulan utama *Metode Taguchi* adalah penggunaan array ortogonal, yang memungkinkan analisis interaksi antar parameter tanpa perlu melakukan semua kombinasi percobaan yang mungkin. Selain itu, metode ini juga mengintegrasikan rasio *signal-to-noise (S/N)* untuk menilai ketahanan parameter terhadap variasi eksternal.

Beberapa penelitian sebelumnya telah berhasil menerapkan Metode Taguchi dalam konteks *Additive Manufacturing*. Misalnya, studi-studi telah dilakukan untuk mengoptimalkan kekuatan tarik, kekasaran permukaan, atau ketahanan aus pada produk cetak 3D. Namun, masih terdapat celah dalam literatur yang secara khusus membahas optimasi parameter untuk meningkatkan akurasi dimensi. Padahal, akurasi dimensi merupakan faktor kritis dalam banyak aplikasi fungsional, terutama di industri yang membutuhkan toleransi ketat seperti dirgantara dan kesehatan. Selain itu, banyak penelitian yang fokus pada parameter tunggal atau material tertentu, tanpa mempertimbangkan interaksi antar parameter. Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman yang komprehensif tentang

bagaimana parameter-parameter tersebut saling memengaruhi dalam konteks pencetakan 3D.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan menggunakan *Metode Taguchi* untuk menganalisis pengaruh parameter proses pencetakan 3D terhadap akurasi dimensi. Fokus utama penelitian ini adalah pada teknologi FDM, yang dipilih karena popularitasnya, biaya yang relatif rendah, dan kemudahan penggunaan. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polylactic acid (PLA)*, sebuah termoplastik yang banyak digunakan dalam pencetakan 3D karena sifatnya yang ramah lingkungan dan mudah diproses. Parameter yang akan diteliti meliputi ketebalan lapisan, suhu *nozzle*, kecepatan pencetakan, dan Diameter\ Nozzle.

Dengan menggunakan *Metode Taguchi*, penelitian ini akan mengidentifikasi parameter yang paling berpengaruh terhadap akurasi dimensi, mengkuantifikasi kontribusi masing-masing parameter, dan menentukan kombinasi optimal yang dapat meminimalkan penyimpangan dimensi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi industri dalam mengoptimalkan proses pencetakan 3D, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas produk. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis dengan memperkaya pemahaman tentang interaksi parameter dalam *Additive Manufacturing*.

Dalam jangka panjang, optimasi parameter pencetakan 3D tidak hanya akan meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga membuka peluang baru untuk adopsi AM dalam aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki potensi untuk mendorong inovasi lebih lanjut dalam bidang manufaktur, mendukung perkembangan industri 4.0, dan berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan melalui pengurangan limbah dan pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien.

1.2. Rumusan Masalah

1. Parameter proses pencetakan 3D mana yang secara signifikan memengaruhi akurasi dimensi dalam teknologi FDM?
2. Berapa besar kontribusi masing-masing parameter (misalnya, ketebalan lapisan, suhu *nozzle* dan Diameter\ Nozzle) terhadap penyimpangan akurasi pencetakan?
3. Kombinasi parameter optimal apa yang dapat memaksimalkan akurasi dimensi sambil menjaga efisiensi proses?
4. Seberapa kuat parameter yang dioptimalkan ketika divalidasi secara eksperimental?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi Parameter Kritis: Menentukan parameter proses FDM (ketebalan lapisan, suhu *nozzle*, kecepatan pencetakan dan Diameter\ Nozzle) yang paling memengaruhi akurasi dimensi.
2. Mengkuantifikasi Kontribusi: Menganalisis persentase kontribusi setiap parameter menggunakan ANOVA untuk memprioritaskan upaya optimasi.
3. Mengoptimalkan Pengaturan Parameter: Menetapkan kombinasi parameter optimal melalui Metode Taguchi untuk meminimalkan penyimpangan dimensi.

4. Memvalidasi Kekokohan: Mengonfirmasi keandalan parameter yang dioptimalkan melalui eksperimen validasi dan membandingkan hasilnya dengan pengaturan dasar.

1.4. Batasan Masalah

1. Fokus Teknologi: Penelitian ini terbatas pada teknologi FDM karena penggunaannya yang luas dan biaya yang efektif, meskipun temuan dapat memberikan wawasan untuk teknologi AM lainnya.
2. Batasan Material: Eksperimen menggunakan PLA, sebuah termoplastik umum, tanpa memasukkan material komposit atau logam.
3. Cakupan Parameter: Fokus pada ketebalan lapisan (0,1-0,3 mm), suhu *nozzle* (190-220°C), kecepatan pencetakan (40-80 mm/s), dan Diameter\ Nozzle (0.2-0.4mm).
4. Desain Eksperimen: *Array ortogonal L9* digunakan untuk analisis Taguchi, membatasi eksplorasi efek interaksi.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Efisiensi Industri: Memberikan pendekatan sistematis untuk mengurangi trial-and-error, menurunkan biaya dan waktu produksi.
2. Kontribusi Akademik: Meningkatkan pemahaman tentang interaksi parameter dalam AM, memperkaya metodologi optimasi kualitas.
3. Dampak Lingkungan: Mengurangi limbah material dengan meningkatkan hasil cetak pertama, selaras dengan tujuan manufaktur berkelanjutan.
4. Kerangka Metodologis: Menunjukkan aplikasi Metode Taguchi dalam AM, mendorong adopsinya untuk tantangan multi-variabel.

Penelitian ini menjawab kebutuhan kritis dalam AM dengan menghubungkan secara sistematis parameter proses dengan akurasi dimensi melalui Metode Taguchi. Dengan mengidentifikasi pengaturan optimal dan memvalidasi kekokohannya, penelitian ini menawarkan solusi praktis untuk meningkatkan keandalan manufaktur, mendorong adopsi AM yang lebih luas untuk aplikasi presisi tinggi. Penelitian lanjutan dapat memperluas cakupan material dan mengintegrasikan pembelajaran mesin untuk penyesuaian parameter dinamis, lebih lanjut meningkatkan kemampuan AM.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I., Hidayat, M. R., Rawani, D., Veranika, R. M., Al-Faritzie, H., & Romli, R. (2023). the Effect of Different Structure and Gradient Infill on Mechanical Behavior Polylactide Acid Materials (Pla). *Austenit*, 15(1), 49–54. <https://doi.org/10.53893/austenit.v15i1.6631>
- Akbar, I., King, M. L., Fatoni, Z., Sianipar, T. P. O., & Prakoso, A. T. (2023). *Numerical Investigation of the Effect Infill from Different Unit cells Structure on Mechanical Behaviour*. 3(1), 52–57.
- Alonayni, G., & Campbell, M. I. (2023, Agustus 20). Build Orientation Optimization for Five-Axis 3D Printing. *Volume 3A: 49th Design Automation Conference (DAC)*. <https://doi.org/10.1115/DETC2023-111726>
- Altan, M., Eryildiz, M., Gumus, B., & Kahraman, Y. (2018). Effects of process parameters on the quality of PLA products fabricated by fused deposition modeling (FDM): Surface roughness and tensile strength. *Materialpruefung/Materials Testing*. <https://doi.org/10.3139/120.111178>
- Demir, S., & Yüksel, C. (2023). Evaluation of effect and optimizing of process parameters for fused deposition modeling parts on tensile properties via Taguchi method. *Rapid Prototyping Journal*. <https://doi.org/10.1108/RPJ-06-2022-0201>
- Hasdiansah, H., Yaqin, R. I., Pristiansyah, P., Umar, M. L., & Priyambodo, B. H. (2023). FDM-3D printing parameter optimization using taguchi approach on surface roughness of thermoplastic polyurethane parts. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01304-w>
- Huang, S. H., Liu, P., Mokasdar, A., & Hou, L. (2013). Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67(5–8), 1191–1203. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4558-5>
- Irwan Soejanto. 2019 *Desain Eksperimen Dengan Menggunakan Metode Taguchi*. Yogyakarta; Graha Ilmu,