
OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KUAT TARIK FILAMENT PETG MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Silva Zakaria¹, Rizky Stighfarrinata², Amalia Ma'rifatul Maghfiroh³
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro
Jl. Lettu Suyitno No.2, Kalirejo, Bojonegoro 62119, Indonesia
e-mail : zakaria122190@gmail.com 1

ABSTRAK

3D *Printing* merupakan proses pembuatan produk dari suatu desain digital menjadi bentuk tiga dimensi yang dapat dilihat dan dapat dipegang, serta memiliki volume. Dimana 3D *Printer* merupakan teknologi yang memiliki masa depan yang cerah, bahkan teknologi tersebut masih terus berkembang dan menunjang manusia untuk kemajuan teknologi. 3D *Printer* Type FDM (*Fused Deposition Modelling*) sangat sering digunakan karena mudah dalam mencetak benda tiga dimensi dengan biaya murah dan juga material filamen yang telah banyak tersedia. Dengan menggunakan metode Taguchi untuk mengetahui parameter proses yang optimal, dimana mencari nilai *larger is better* pada hasil test uji tarik *plot means* dan *S/N ratio* menggunakan *software analisis* dan hitung manual. Menggunakan mesin 3D *Printer* merk SOVOL SV06 dan filamen PETG merk SUNLU, didapatkan hasil bahwa faktor atau parameter *Print Speed* sangat berpengaruh terhadap kekuatan uji tarik sesuai standar ASTM D638 Type IV. Dimana setelah dilakukan uji tarik dan pengolahan data baik secara manual dan bantuan software ditemukan nilai *S/N ratio* dengan urutan parameter yaitu *Print Speed* (50 mm/s), *Layer Height* (0,24 mm), *Print Temperature* (250°C) dan *Infill Density* (50%).

Kata kunci : Taguchi, 3D, PETG, dan ASTM D638

ABSTRACT

3D *Printing* is the process of making products from a digital design into three-dimensional shapes that can be seen and can be held, and have volume. Where 3D *Printer* is a technology that has a bright future, even the technology is still growing and supporting humans for technological advancement. 3D *Printer* Type FDM (*Fused Deposition Modelling*) is very often used because it is easy to print three-dimensional objects at low cost and also filament material that has been widely available. By using the Taguchi method to find out the optimal process parameters, where finding the larger value is better in the results of the tensile test *plot means* and *S/N ratio* using *analysis software* and manual calculations. Using the SOVOL SV06 brand 3D *Printer* machine and SUNLU brand PETG filaments, it was found that the *Print Speed* factor or parameter greatly affects the tensile test strength according to ASTM D638 Type IV standards. Where after tensile tests and data processing both manually and with the help of software, the *S/N ratio* value was found with a sequence of parameters, namely *Print Speed* (50 mm/s), *Layer Height* (0.24 mm), *Print Temperature* (250 °C) and *Infill Density* (50%).

Keywords : Taguchi, 3D, PETG, dan ASTM D638

Jejak Artikel

Upload artikel : 12 Mei 2023

Revisi : 15 Juni 2023

Publish : 31 Juli 2023

1. PENDAHULUAN

Kedatangan mesin 3D *printer* menjadi jawaban akan kebutuhan manusia dimana suatu desain digital dicetak menjadi produk nyata yang memiliki volume. Proses pembuatan produk dari suatu desain digital menjadi bentuk tiga dimensi yang dapat dilihat dan dapat dipegang serta memiliki volume biasa disebut sebagai 3D

printing. Teknik yang sering digunakan untuk penelitian teknologi cetak tiga dimensi yaitu Teknik FDM (*Fused Deposition Modelling*). Teknik FDM sering digunakan karena mudah dalam mencetak benda tiga dimensi, dengan biaya yang tergolong murah dan juga material filament yang telah banyak tersedia dipasaran.

Namun teknologi FDM (*Fused Deposition Modelling*) juga memiliki suatu kelemahan dikarenakan menggunakan proses pencetakan per *layer* sehingga garis hasil cetak terlihat sangat jelas batas antar *layer-layer*nya, maka dari itu agar mendapatkan permukaan yang halus perlu proses finishing. Kelemahan terbesar dari mesin cetak tiga dimensi (*3D printer*) Type FDM adalah kesalahan-kesalahan dalam proses pencetakan sering kali terjadi. Dalam proses *3D printing*, proses akhir yang dihasilkan sering tidak sesuai dengan desain awal yang diharapkan seperti ketidaksesuaian dimensi, surface finish yang tidak bagus, cracking, dan lain sebagainya.

Filamen merupakan bahan utama dalam proses pembuatan produk *3D Printing*. Dengan kombinasi glikol membuat PETG memiliki ketahanan panas yang lebih baik dari pada PET. Terdapat beberapa macam material filamen yang digunakan pada mesin *3D printer* Type FDM, salah satunya filamen berbahan PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*). PETG merupakan termoplastik poliester yang merupakan turunan dari jenis plastik PET. PETG juga mudah diekstrusi dengan stabilitas termal yang baik. PETG (*Polyethylene terephthalate Glycol*) memiliki sifat ketahanan kimia, transparan, tahan pelarut, kuat, kedap gas dan air, memiliki titik lebur terbaik antara suhu 230°C hingga suhu 250°C.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bahan filamen PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*). Taguchi digunakan sebagai metode pilihan pada penelitian ini, dikarenakan metode Taguchi dapat memberikan peningkatan kualitas produk dan seminimal mungkin dapat mengurangi penggunaan bahan material. Taguchi ini dipilih untuk berfokus pada penelitian kuat tarik filamen PETG.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dr. Genichi Taguchi adalah seorang *quality management consultant* yang berasal dari Jepang mengembangkan metode matrik orthogonal dalam melakukan eksperimen. Taguchi merupakan metodologi baru dibidang teknik yang memiliki tujuan memperbaiki proses, kualitas produk, dan bisa menekan seminimal mungkin biaya penggunaan sumber daya. Metode ini memiliki upaya untuk mencapai sasaran dengan menjadikan produk ataupun proses “tidak sensitif” terhadap berbagai faktor

seperti perlengkapan manufaktur, material, tenaga kerja, dan kondisi operasional. Metode ini dapat menjadikan suatu produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap semua faktor gangguan (*noise*), karena hal tersebut metode taguchi disebut juga sebagai rancangan yang kokoh (Soejanto,2009).

Berikut adalah keunggulan dari metode taguchi :

- 1) Penelitian yang melibatkan banyak faktor dan jumlah cocok menggunakan desain eksperimen taguchi dikarenakan lebih efisien.
- 2) Desain eksperimen Taguchi yang konsisten dan kokoh terhadap faktor gangguan.
- 3) Hasil kesimpulan menggunakan metode taguchi berkenaan dengan respon faktor terkontrol yang dapat menghasilkan respon optimum.

Berikut tahap perencanaan eksperimen :

- 1) Perumusan Masalah
Masalah harus dirumuskan secara spesifik. Perumusan masalah harus jelas secara teknis sehingga dapat dituangkan ke dalam eksperimen yang akan dilakukan.
- 2) Tujuan Eksperimen
Tujuan eksperimen yang ditentukan harus dapat menjawab masalah yang telah dirumuskan secara sistematis.
- 3) Penentuan Respon
Respon memiliki nilai yang tergantung pada parameter-parameter lain yang disebut variabel.
- 4) Pengidentifikasian Parameter Bebas
Parameter bebas adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada langkah ini akan dipilih parameter-parameter yang akan diselidiki pengaruh nya terhadap respon yang bersangkutan. Dalam satu eksperimen, tidak semua parameter yang diperkirakan mempengaruhi respon harus diselidiki. Dengan demikian, eksperimen dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien.
- 5) Pemisahan Parameter Kontrol dan Gangguan
Parameter yang diamati dapat dibagi menjadi parameter kontrol dan parameter gangguan , keduanya perlu diidentifikasi

dengan jelas sebab pengaruh antar kedua parameter tersebut berbeda. Parameter kontrol adalah parameter yang nilainya dapat dikendalikan sedangkan parameter gangguan adalah parameter yang nilainya tidak dapat dikendalikan.

6) Penentuan Jumlah dan Nilai Level Parameter

Penelitian jumlah level artinya akan mempunyai ketelitian hasil dan biaya pelaksanaan eksperimen. Semakin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen yang diperoleh akan semakin akurat, tetapi biaya yang harus dikeluarkan akan semakin besar.

7) Perhitungan Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan adalah sebuah konsep untuk mendeskripsikan seberapa besar percobaan harus dilakukan dan seberapa banyak informasi yang dapat diberikan oleh percobaan tersebut. Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menentukan jumlah percobaan yang akan dilakukan untuk menyelidiki parameter yang diamati. Derajat kebebasan dari matriks ortogonal (v_{mo}) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$v_{mo} = \text{jumlah percobaan} - 1$$

Derajat kebebasan dari parameter dan level (v_{fI}) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$v_{fI} = \text{jumlah level parameter} - 1$$

8) Pemilihan Matriks Ortogonal

Pemilihan matriks ortogonal yang sesuai ditentukan oleh jumlah derajat kebebasan dari jumlah parameter dan jumlah level parameter. Pemilihan matriks ortogonal digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen yang akan dilakukan dan menyelidiki parameter yang diamati. Matriks ortogonal memiliki kemampuan untuk mengevaluasi sejumlah parameter dengan jumlah percobaan yang minimum. Suatu matriks ortogonal dilambangkan dalam bentuk :

$$L_a(b^c)$$

Dengan:

L = Rancangan bujur sangkar latin

a = Banyaknya percobaan

b = Banyaknya level parameter

c = Banyaknya parameter

jenis matriks ortogonal yang tersedia secara standar dapat dilihat pada tabel 1 Sebagai contoh matrik ortogonal $L_4(2^3)$ berarti jumlah eksperimen yang akan dilakukan adalah empat, jumlah derajat kebebasan dari matriks ortogonal (v_{mo}) maksimal adalah tiga, serta matriks tersebut dapat digunakan untuk jumlah parameter maksimal 3 dengan masing-masing memiliki 2 level.

Tabel 1. Level-level 14 matrik ortogonal

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level Gabungan
$L_4(2^3)$	$L_9(3^4)$	$L_{16}(4^5)$	$L_{25}(5^6)$	$L_{18}(2^1 \times 3^7)$
$L_8(2^7)$	$L_{27}(3^{13})$	$L_{64}(4^{21})$	-	$L_{32}(2^1 \times 4^9)$
$L_{12}(2^{11})$	$L_{81}(3^{40})$	-	-	$L_{36}(2^{11} \times 3^{12})$
$L_{16}(2^{15})$	-	-	-	$L_{36}(2^3 \times 3^{13})$
$L_{32}(2^{31})$	-	-	-	$L_{54}(2^1 \times 3^{25})$
$L_{64}(2^{63})$	-	-	-	$L_{50}(2^1 \times 5^{11})$

Sumber : (Soejanto, 2009)

Berikut tahap pelaksanaan eksperimen dari 2 hal (Soejanto, 2009), yaitu penentuan jumlah replikasi dan randomisasi perlakuan eksperimen:

1) Jumlah Replikasi

Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama pada kondisi yang sama dalam sebuah percobaan untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi, mengurangi tingkat kesalahan serta memperoleh harga taksiran dari kesalahan.

2) Randomisasi

Dalam eksperimen yang mempengaruhi hasil eksperimen adalah parameter-parameter lain yang tidak diinginkan atau tidak dapat dikendalikan. Pengaruh parameter-parameter itu dapat diperkecil dengan menyebarkan pengaruh tersebut melalui randomisasi (pengacakan) urutan percobaan. Randomisasi dilakukan bertujuan untuk meratakan pengaruh dari parameter-parameter yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen,

memberikan kesempatan yang sama pada semua unit eksperimen untuk menerima suatu perlakuan sehingga ada kehomogenan pengaruh dari setiap perlakuan yang sama dan untuk mendapatkan hasil eksperimen yang bebas satu sama lain. Jika replikasi bertujuan untuk memungkinkan dilakukannya uji signifikansi, maka randomisasi bertujuan untuk memberikan validasi terhadap uji signifikansi dengan menghilangkan sifat bias.

Berikut tahap analisis pengumpulan dan pengolahan data dilakukan, tahap ini meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu tampilan tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih. Selain itu, perhitungan dan pengujian data statistik dilakukan pada data hasil percobaan.

1) Analisis Varians Taguchi

Analisis varian adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistik. Analisis ini merupakan teknik dengan menguraikan seluruh total parameter yang diteliti. Untuk analisis varians dua arah adalah data eksperimen yang terdiri dari dua parameter atau lebih dan dua level atau lebih.

2) Rasio S/N

Rasio S/N (rasio Signal-To-Noise) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Penggunaan rasio S/N untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Tipe karakteristik rasio S/N terdiri dari :

- a) *Smaller is better*
- b) *Nominal is best*
- c) *Larger is better*

3) Analisis variansi dan uji hipotesis F

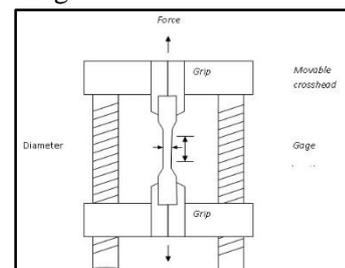
Analisis variansi digunakan untuk mengetahui dan mencari besarnya suatu proses parameter kendali pengaruh secara signifikan terhadap suatu respon. Pengujian bahwa adanya pengaruh faktor atau variabel bebas terhadap eksperimen dibuktikan dengan uji hipotesis F. Pada penelitian ini taraf signifikansi α yang digunakan sebesar 5% atau 0.05. Uji hipotesis F dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang

disebabkan masing-masing faktor dan variansi error.

• Kriteria Pengujian :

- Jika nilai uji F-Test (hitung) < nilai F tabel ($\alpha = 5\%$), maka hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan kata lain H_0 diterima dan H_1 ditolak.
- Jika uji F-Test (hitung) > nilai F tabel ($\alpha = 5\%$), maka hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan kata lain H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Pengujian Tarik statis adalah metode yang digunakan untuk menguji kekuatan material dengan menerapkan beban gaya yang sama-sama berkembang (Askeland, 1985). Uji Tarik adalah dasar untuk pengujian mekanik pada bahan. Ketika sampel distandarisasi, beban uniaxial dilakukan sedemikian rupa sehingga sampel mengembang dan meningkat panjangnya sampai akhirnya pecah. Uji Tarik relatif sederhana, murah dan sangat standar dibandingkan dengan pengujian lainnya. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan untuk menghasilkan nilai yang valid seperti bentuk dan ukuran sampel, pemilihan grip dan lain-lain. Sampel uji harus sesuai dengan standar dan spesifikasi ASTM (*American Standard Testing and Materials*). Bentuk spesimen sangat penting karena kita harus mencegah munculnya patah atau retakan di area mencekram atau lainnya. Oleh karena itu, standardisasi bentuk sampel ditujukan untuk retakan dan cacat yang terjadi dalam gage length. Wajah dan pegangan adalah faktor penting. Jika pemilihan pengaturan tidak benar, sampel uji tergelincir atau pecah di area fraktur rahang.



Gambar 1. Uji Tarik beserta spesimen standar

Jenis perolehan data pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh peneliti secara langsung saat melakukan percobaan pembentukan spesimen di Laboratorium Sistem Manufaktur Teknik Industri Universitas Bojonegoro dan melakukan Uji Tarik di Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung atau diperoleh dari data yang telah diteliti atau dikumpulkan oleh pihak lain yang berkaitan dengan permasalahan penelitian ini.

Berikut Setting Parameter pada penelitian ini:

- Parameter Bebas
Parameter proses adalah parameter yang mempengaruhi perubahan pada variabel respon.

Tabel 2. Nilai Parameter Filamen PETG

Level	Infill Density (%)	Nozzle Temperature (°C)	Layer Height (mm)	Printing Speed (%)
1	40	240	0,2	40
2	45	245	0,24	45
3	50	250	0,28	50

- Parameter Kontrol
Parameter kontrol adalah parameter yang dikendalikan. Adapun parameter kontrol didalam penelitian ini adalah *build temperature* (70°C), *wall thickness* (0,8 mm), *infill speed* (50%), dan *infill pattern* (*cubic*).

- Variabel Respon
Variabel respon merupakan variabel yang dipengaruhi oleh parameter bebas selama percobaan. Adapun variabel respon pada penelitian ini adalah kekuatan tarik spesimen hasil pencetakan dinyatakan dalam MPa.

- Pemilihan Matriks Ortogonal
Matriks orthogonal $L_9(3^4)$ yaitu jenis desain yang memiliki 4 faktor dan 3 level berbeda setiap

faktornya. Rancangan eksperimen pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Parameter Cetak Desain Taguchi $L_9(OA)$

NO.	Printing Temperature (°C)	Print Speed (mm/s)	Layer Height (mm)	Infill Density (%)
1	240	40	0,2	40
2	240	45	0,24	45
3	240	50	0,28	50
4	245	40	0,24	50
5	245	45	0,28	40
6	245	50	0,2	45
7	250	40	0,28	45
8	250	45	0,2	50
9	250	50	0,24	40

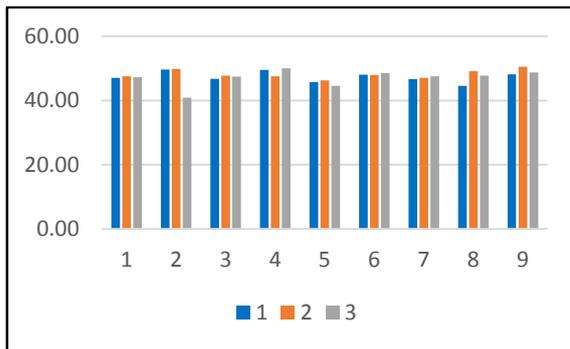
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji Tarik spesimen SUNLU, dimana akan mendapatkan data kekuatan dari masing-masing replikasi tersebut. Berikut hasil dari pengujian tarik Taguchi L_9 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Nilai Kuat Tarik Taguchi L_9

E x p .	Printin g Tempe rature (°C)	Print Spee d (mm/ s)	Laye r Heig ht (mm)	Infill Dens ity (%)	Replikasi (Mpa)		
					1	2	3
1	240	40	0,2	40	47,07	47,62	47,30
2	240	45	0,24	45	49,71	49,86	40,91
3	240	50	0,28	50	46,74	47,73	47,50
4	245	40	0,24	50	49,56	47,59	50,10
5	245	45	0,28	40	45,74	46,31	44,60
6	245	50	0,2	45	48,03	47,93	48,53
7	250	40	0,28	45	46,65	47,11	47,57
8	250	45	0,2	50	44,62	49,13	47,76
9	250	50	0,24	40	48,13	50,52	48,76

Pada gambar 2 dibawah ini bisa dilihat bahwa grafik yang berwarna biru yaitu replikasi 1, grafik yang berwarna oranye yaitu replikasi 2, dan grafik yang berwarna abu-abu yaitu replikasi 3.



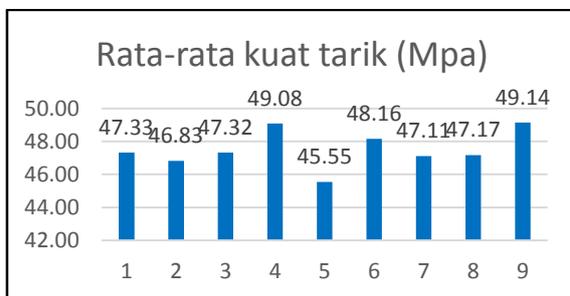
Gambar 2. Bar Chart nilai kuat Tarik taguchi L9

- Perhitungan Rata-rata Kekuatan Tarik Filamen SUNLU PETG

Tabel 5. Perhitungan Rata-Rata Kuat Tarik Filamen PETG

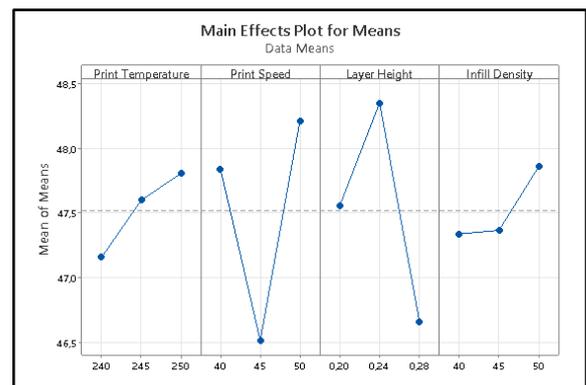
Exp.	Replikasi (Mpa)			Mean (Mpa)
	1	2	3	
1	47,07	47,62	47,30	47,33
2	49,71	49,86	40,91	46,83
3	46,74	47,73	47,50	47,32
4	49,56	47,59	50,10	49,08
5	45,74	46,31	44,60	45,55
6	48,03	47,93	48,53	48,16
7	46,65	47,11	47,57	47,11
8	44,62	49,13	47,76	47,17
9	48,13	50,52	48,76	49,14

Dari tabel 5 diketahui bahwa rata-rata nilai kuat tarik tertinggi yaitu pada eksperimen ke 9 dengan nilai rata-rata dari 3 replikasi yaitu 49,14 Mpa.



Gambar 3. Bar Chart Rata-rata kuat Tarik Taguchi L9

- Hasil perhitungan Mean Plot dan S/N Ratio menggunakan software analisis

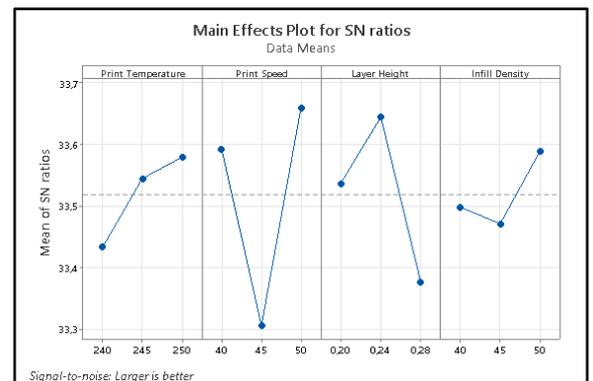


Gambar 4. Grafik Main Plot

Tabel 6. Tabel Main Plot Hasil software analisis

Response Table for Means				
Level	Print Temperature	Print Speed	Layer Height	Infill Density
1	47,16	47,84	47,55	47,34
2	47,60	46,52	48,35	47,37
3	47,81	48,21	46,66	47,86
Delta	0,65	1,69	1,69	0,52
Rank	3	1	2	4

Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 6 diatas parameter proses yang sangat berpengaruh besar yaitu pada *Print Speed*. Dan urutan parameter proses yang sangat berpengaruh besar beserta level faktor yang optimal dan nilai respon mean yaitu *Print Speed* 50 mm/s (48,21), *Layer Height* 0,24 mm (48,35), *Print Temperature* 250°C (47,81) dan terakhir *Infill Density* 50 % (47,86).



Gambar 5. Grafik S/N Ratio

Tabel 7. Tabel S/N Ratio Hasil software analisis

<i>Response Table for Signal to Noise Ratios</i>				
<i>Larger is better</i>				
Level	<i>Print Temperature</i>	<i>Print Speed</i>	<i>Layer Height</i>	<i>Infill Density</i>
1	33,43	33,59	33,54	33,50
2	33,54	33,30	33,64	33,47
3	33,58	33,66	33,38	33,59
Delta	0,15	0,35	0,27	0,12
Rank	3	1	2	4

Berdasarkan Gambar 5 dan Tabel 7 diatas, parameter proses yang sangat berpengaruh besar yaitu pada Print Speed. Dan urutan parameter proses yang sangat berpengaruh besar beserta level faktor yang optimal dan nilai respon S/N Ratio yaitu Print Speed 50 mm/s (33,66), Layer Height 0,24 mm (33,64), Print Temperature 250°C (33,58) dan terakhir Infill Density 50 % (33,59).

- Keputusan Uji

Tabel 8. Keputusan Uji F

Ket.	Komparasi Terhadap	F-Test	F Tabel (0,05; 4;22)	Keputusan Uji
Replikasi 1	Print Temperature	7,30	2,82	H0 ditolak dan H1 diterima
	Print Speed	7,98		H0 ditolak dan H1 diterima
	Layer Height	11,67		H0 ditolak dan H1 diterima
	Infill Density	0,02		H0 diterima dan H1 ditolak
Replikasi 2	Print Temperature	0,28	2,82	H0 diterima dan H1 ditolak
	Print Speed	0,48		H0 diterima dan H1 ditolak
	Layer Height	0,30		H0 diterima dan H1 ditolak
	Infill Density	0,00		H0 diterima dan H1 ditolak
Replikasi 3	Print Temperature	3,91	2,82	H0 ditolak dan H1 diterima
	Print Speed	2,17		H0 diterima dan H1 ditolak
	Layer Height	3,85		H0 ditolak dan H1 diterima
	Infill Density	0,36		H0 diterima dan H1 ditolak

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 3 kali replikasi, dimana berarti terdapat 3 respon. Pada respon pertama hanya parameter proses Infill Density yang nilai F-Test lebih kecil daripada nilai F Tabel, maka H0 diterima dan H1 ditolak. Kemudian pada respon kedua nilai F-Test semua parameter lebih kecil daripada nilai F Tabel, maka semua parameter proses H0 diterima dan H1 ditolak. Pada respon / replikasi ketiga nilai F-Test pada parameter proses Print Temperature dan Layer Height lebih besar daripada nilai F Tabel, maka H0 ditolak dan H1 diterima. Sedangkan pada parameter proses Print Speed dan Infill Density nilai F-Test lebih kecil daripada nilai F Tabel, maka H0 diterima dan H1 diterima.

Artinya dimana terdapat nilai F-Test lebih kecil daripada nilai F Tabel maka tidak berpengaruh pada kekuatan tarik dan jika terdapat nilai F-Test lebih besar daripada nilai F Tabel maka ada pengaruh pada kekuatan tarik. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat level mana yang berpengaruh pada kekuatan tarik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, pengaruh parameter proses 3D printing terhadap kekuatan tarik. Dengan judul “Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen PETG Menggunakan Metode Taguchi“, maka dapat disimpulkan:

- Parameter proses 3D printing yang paling berpengaruh yaitu pada Print Speed. Dimana secara berurutan parameter proses 3D printing yang berpengaruh beserta level yang optimal yaitu Print Speed (50 mm/s), Layer Height (0,24 mm), Print Temperature (250°C), dan Infill Speed (50 %).
- Berdasarkan data hasil pengujian tarik spesimen ditemukan rata-rata kekuatan tarik tertinggi yaitu 49,14 Mpa dan rata-rata kekuatan tarik terendah yaitu 45,55 Mpa.
- Berdasarkan data hasil uji tarik spesimen ditemukan kekuatan tarik tertinggi yaitu 50,52 Mpa pada Eksperimen ke 9 (replikasi ke 2) dan kekuatan Tarik terendah yaitu 40,91 Mpa pada Eksperimen ke 2 (replikasi ke 3).

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, P. (2022). *PENGARUH HASIL PRODUK 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN ORIENTASI SUDUT PENCETAKAN VERTIKAL 0 ° MENGGUNAKAN FILAMEN PLA PRO.*
- Ardiansyah, R. (2022). *PENGARUH KEKUATAN TARIK FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA) TERHADAP ORIENTASI SUDUT PENCETAKAN VERTIKAL SEBESAR 90 °.*
- Chandra, M. A. L. I. (2022). *KARAKTERISTIK FILAMENT HASIL EKSTRUSI BERBAHAN DASAR LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYTHYLENE DENGAN METODE EKSTRUSI UNTUK APLIKASI FILAMENT 3D PRINTING.*
- L, M. T., & Bari, M. H. (2021). *OPTIMASI PARAMETER PROSES PADA 3D PRINTING FDM TERHADAP KEKUATAN TARIK FILAMENT PLA FOOD GRADE MENGGUNAKAN Oleh :*
- Manufaktur, P., & Bangka, N. (2021). *PENGARUH PARAMETER PROSES PADA 3D PRINTING FDM The Effect of Proces Parameters on 3D printing FDM on Tensile strength of ABS.*
- Mesin, J. T., Manufaktur, P., & Bangka, N. (2019). *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex. 11(01), 0–7.*