



**LAPORAN SKRIPSI**

***OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING  
PRODUK BONE SCAFFOLD TERHADAP AKURASI  
DIMENSI MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI***

**RIYANTO ARI BOWO  
NIM. 201854093**

**DOSEN PEMBIMBING  
Rochmad Winarso S.T., M.T.,  
Qomaruddin S.T., M.T.,**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MURIA KUDUS  
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

***OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE  
SCAFFOLD TERHADAP AKURASI DIMENSI MENGGUNAKAN  
METHODE TAGUCHI***

**RIYANTO ARI BOWO**

**NIM. 201854093**

Kudus, 6 Juli 2023

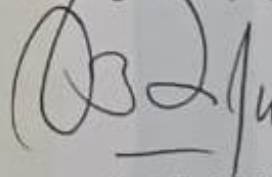
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



**Rochmat Winarso S.T., M.T.,  
NIDN. 0611037201**

Pembimbing Pendamping,



**Qomaruddin S.T., M.T.,  
NIDN. 0626097102**

HALAMAN PENGESAHAN

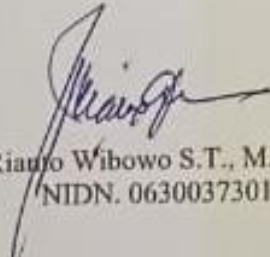
**OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE  
SCAFFOLD TERHADAP AKURASI DIMENSI MENGGUNAKAN METODE  
TAGUCHI**

**RIYANTO ARI BOWO**  
NIM. 201854093

Kudus, 17 Juli 2023

Menyetujui,

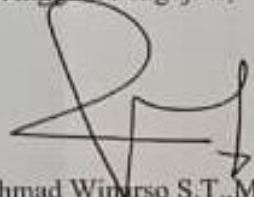
Ketua Penguji,

  
Rianto Wibowo S.T., M.Eng.  
NIDN. 0630037301

Anggota Penguji I,

  
Dr. A Zidni Hudaya S.T., M.Eng.  
NIDN. 0021087301

Anggota Penguji II,

  
Rochmad Wiharso S.T., M.T.  
NIDN. 0612037201


Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

  
Universitas muria kudus  
  
Mohammad Daffan S.T., M.T.  
NIS. 0610701000001141

Ketua Program Studi Teknik

Mesin

  
Dr. A Zidni Hudaya S.T., M.Eng.  
NIP.19730821005011001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riyanto Ari Bowo  
NIM : 201854093  
Tempat & Tanggal Lahir : Jepara, 15 Febuari 2000  
Judul Skripsi/Tugas Akhir\* : *Optimasi Parameter Proses 3D Printing Produk Bone Scaffold Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Metode Taguchi*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir *Optimasi parameter proses 3D printing bone scaffold* terhadap akurasi dimensi menggunakan metode *taguchi* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 6 Juli 2023

Yang memberi pernyataan,

A 10,000 Indonesian Rupiah stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'REPUBLIK INDONESIA', and 'TAABAKK040900032'.

Riyanto Ari Bowo  
NIM. 201854093

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas ahir / skripsi ini tepat waktu. penulis berhasil menyelesaikan laporan tugas ahir yang berjudul “***OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE SCAFFOLD TERHADAP AKURASI DIMENSI MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI***”.

Adapun Penyusunan Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar (S.T) Sarjana Teknik pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.

Pelaksanaan penyusunan laporan tugas akhir ini tak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Akhmad Zidni Hudaya S.T.,M.Eng selaku Ka-Prodi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus.s
2. Bapak Rochmad Winarso S.T.,M.T selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberi arahnya serta memotivasi kepada penulis.
3. Bapak Qomaruddin S.T.,M.T selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan masukan tambahan kepada penulis.
4. Dosen-dosen jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Muria Kudus.
5. Kedua orangtua saya yang selalu mendoakan dan memberi semangat dan juga materi untuk menyelesaikan tugas ahir ini.
6. Teman-teman dan semua media yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas ahir ini

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga buku skripsi ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 6 Juli 2023

Penulis

**OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE  
SCAFFOLD TERHADAP AKURASI DIMENSI MENGGUNAKAN  
METODE TAGUCHI**

Nama mahasiswa : Riyanto Ari Bowo

NIM : 201854093

Pembimbing :

1. Rochmad Winarso S.T., M.T.,
2. Qomaruddin S.T., M.T.,

**RINGKASAN**

Fraktur merupakan penyebab kematian ketiga di Indonesia setelah penyakit jantung koroner dan tuberkulosis. Fraktur disebabkan oleh syok atau tenaga fisik, kecelakaan, kecelakaan kerja maupun kecelakaan lalu lintas. Kerangka atau tulang merupakan penunjang tubuh. Tubuh pasti tidak bisa tetap tegak tanpa adanya tulang. Tulang terbentuk dari unsur bahan yang terdiri dari 60% mineral, 10% air dan 30% matriks, kolagen merupakan salah satu bagian tulang terbesar yang berkewajiban untuk kekuatan tarik. Kalsium fosfat adalah faktor tulang yang memberikan kekuatan tekan pada jaringan tulang. Tulang kancellus (*trabekular*) dan kompak (*cortical*) merupakan dua jenis jaringan tulang. Tulang mengalami kerusakan organ yang meluas, karena kecacatan trauma, penyakit dan juga bisa disebabkan oleh *osteoporosis*. *Osteoporosis*, patah tulang dan kerusakan tulang yang dapat mempengaruhi jaringan tulang tubuh manusia. Pengobatan *ortopedi* pada dasarnya terpusat pada pencangkokan tulang (*bone graft*). Pencangkokan tulang memiliki beberapa kategori yaitu *allograft*, *autograft* dan *xenograft*. Fabrikasi implan yang sangat rumit dan memiliki ukuran kecil maka dibutuhkan fabrikasi menggunakan pencetakan mesin 3D. *Polylactic acid* (PLA) sering digunakan dalam bidang medis, digunakan sebagai bahan jahitan, untuk fraksasi dan rekonstruksi tulang, untuk perangkat pengiriman obat, paduan regenerasi saraf, dan rekonstruksi ligamen. Karena memiliki *kompatibilitas* yang sangat baik, *bioabsorbabilitas*, dan bisa terdegradasi di dalam tubuh manusia. **Metode** atau pendekatan yang digunakan adalah menggunakan metode *taguchi*. Metode *Taguchi* adalah teknik ilmiah yang

digunakan untuk meningkatkan atau merekayasa efisiensi sebagai kualitas tinggi barang di buat melalui penelitian yang dapat diproduksi dengan biaya yang relatif rendah dan dengan cepat. **Perumusan** masalah yang dilakukan pada penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan nilai *optimal* parameter proses mesin 3D printing *bone scaffold* terhadap keakurasian dimensi jika *high layer*, *line width*, *printing temperature* , dan *printing speed* yang diubah ubah. **Tujuan** yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mendapatkan parameter proses yang optimal bagi mesin 3D printing dalam hal akurasi dimensi menggunakan material PLA / *pololatic acid*. **Hasil** yang diharapkan pada penelitian adalah dapat mengetahui hasil dari masing-masing dari parameter dan dapat menentukan nilai yang paling optimal.

Kata kunci : *Bone Scaffold*, PLA, Mesin 3D Printing, *Optimasi Parameter*

**OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE  
SCAFFOLD TERHADAP AKURASI DIMENSI MENGGUNAKAN  
METODE TAGUCHI**

*Student Name* : Riyanto Ari Bovo

*Student Identity Number* : 201854093

*Supervisor* :

1. Rochmad Winarso S.T., M.T.,
2. Qomaruddin S.T., M.T.,

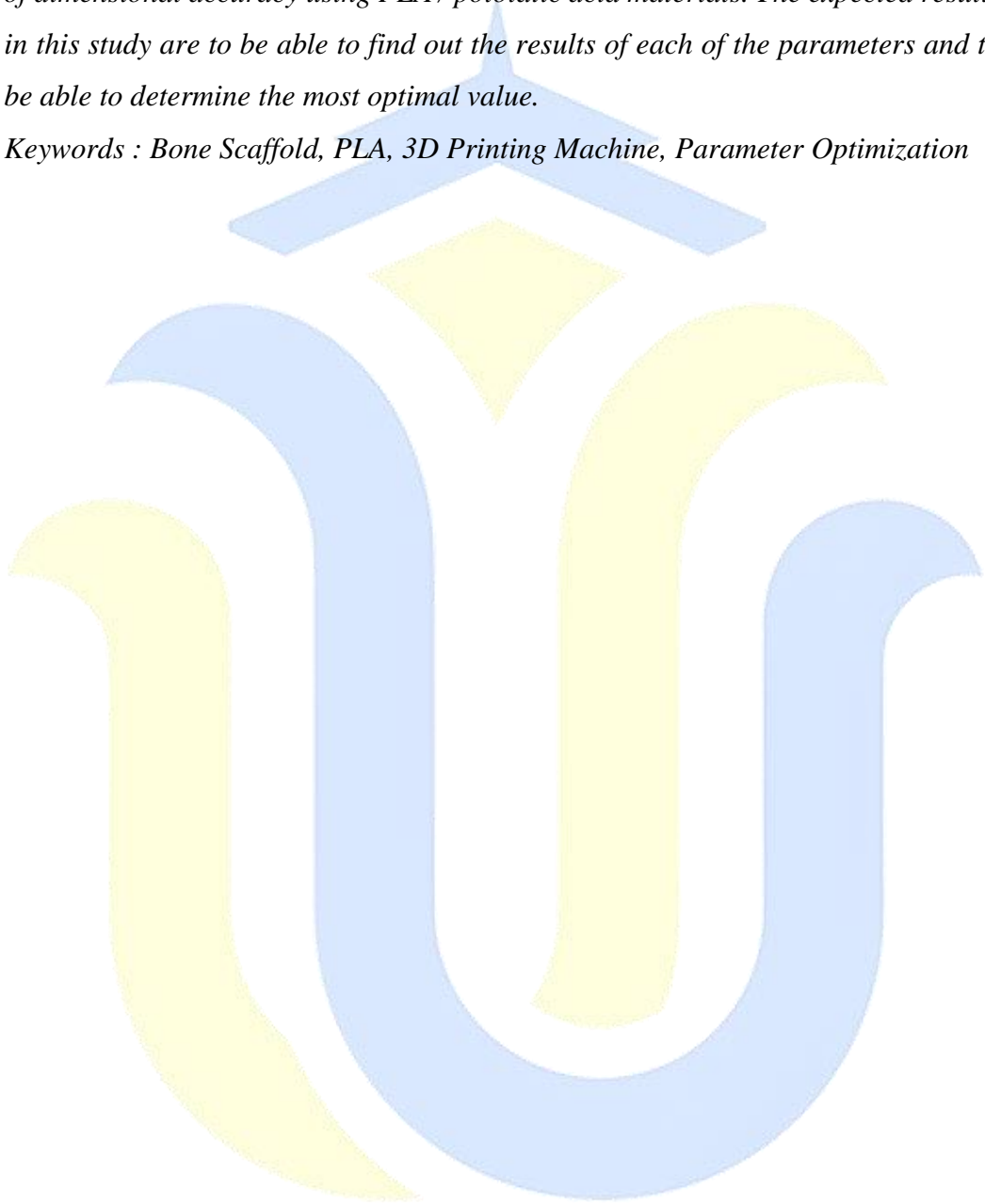
**ABSTRACT**

*Fracture is the third cause of death in Indonesia after coronary heart disease and tuberculosis. Fractures caused by shock or physical exertion, accidents, work accidents or traffic accidents. The skeleton or bones are the pillars of the body. The body definitely cannot stay upright without bones. Bone is formed from an elemental material consisting of 60% mineral, 10% water and 30% matrix, collagen is one of the largest parts of bone that is responsible for tensile strength. Calcium phosphate is a bone factor that provides compressive strength to bone tissue. Cancellous (trabecular) and compact (cortical) bone are two types of bone tissue. Bones are subject to widespread organ damage, due to deformities, trauma, disease and can also be caused by osteoporosis. Osteoporosis, fractures and bone damage that can affect the bone tissue of the human body. Orthopedic medicine is basically centered on bone grafts. Bone grafting has several categories namely allograft, autograft and xenograft. Implant fabrication is very complicated and has a small size, so it requires fabrication using 3D machine printing. Polylactic acid (PLA) is often used in the medical field, used as a suture material, for bone fracture and reconstruction, for drug delivery devices, nerve regeneration alloys, and ligament reconstruction. Because it has very good compatibility, bioabsorbability, and can be degraded in the human body. The method or approach used is the taguchi method. The Taguchi method is a scientific technique used to improve or engineer efficiency as high quality goods made through research can be produced at relatively low cost and quickly. The formulation of the problem in this research*



*is how to get the optimal value of the process parameters of the bone scaffold 3D printing machine for dimensional accuracy if the high layer, line width, printing temperature, and printing speed are changed. The goal to be achieved from this research is to obtain optimal process parameters for 3D printing machines in terms of dimensional accuracy using PLA / pololatic acid materials. The expected results in this study are to be able to find out the results of each of the parameters and to be able to determine the most optimal value.*

*Keywords : Bone Scaffold, PLA, 3D Printing Machine, Parameter Optimization*



## Daftar Isi

Cover.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
<i>Optimasi</i> Parameter Proses <i>3d Printing</i> Produk <i>Bone Scaffold</i> Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Metode <i>Taguchi</i> .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iii
Pernyataan Keaslian .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Ringkasan.....	vi
Abstract .....	viii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Simbol.....	xvi
Daftar Lampiran .....	xvii
Daftar Istilah Dan Singkatan.....	xx
Bab I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
Bab II Tinjauan Pustaka .....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Optimasi 3d Printing .....	6
2.1.2 Penyelesaian Masalah Optimasi.....	6
2.1.3 Jenis Optimasi .....	7
2.2 3d Printing .....	7
2.3 Cara Kerja 3d Printing.....	8
2.4 Manfaat 3d Printing.....	9
2.5 <i>Polylactic Acid</i> .....	9
2.5.1 Rekomendasi Parameter Pengeprinan Untuk Pla Merek Esun .....	10
2.6 <i>Fused Deposition Modelling</i> (Fdm) .....	10
2.7 Parameter Proses .....	12
2.8 Variabel Kontrol.....	13
2.9 <i>Desain Of Experiment</i> (Doe).....	13
2.10 Minitab .....	15

Bab III Metodologi.....	16
3.1 Diagram Alir Penelitian Optimasi Parameter 3d Printing.....	16
3.2 Studi Literature.....	17
3.3 Desain Yang Akan Di Uji .....	17
3.4 Penentuan Parameter .....	17
3.4.1 Design Of Eksperimen (Doe).....	17
3.4.2 Penentuan Faktor Dan Level Eksperimen.....	18
3.4.3 Variable Respon .....	18
3.4.4 Desain Faktorial .....	18
3.5 Persiapan Alat Dan Bahan Penelitian.....	19
3.5.1 Alat Penelitian.....	19
3.6 Metode Pengukuran.....	23
Bab IV Hasil Dan Pembahasan .....	24
4.1 Proses Desain Benda Uji .....	24
4.2 Proses Pencetakan Spesimen Pada Mesin 3d Printing .....	28
4.3 Pengambilan Data Hasil Percobaan.....	28
4.3.1 Akurasi Dimensi .....	32
4.3.2 Data Porsize .....	34
4.3.3 Akurasi Porsize .....	35
4.4 Hasil Gambar Pengukuran Porsize Menggunakan Software Image-J....	36
4.4.1 Data Gambar Desain Porsize .....	36
4.4.1 Data Kode A.....	37
4.4.3 Data Kode C.....	39
4.4.4 Data Kode D.....	40
4.4.5 Data Kode E .....	41
4.4.6 Data Kode F .....	42
4.4.7 Data Kode G.....	43
4.4.8 Data Kode H.....	44
4.4.9 Data Kode I.....	45
4.5 Data <i>Signal Noise Ratio</i> Dari Eksperimen Menggunakan Metode <i>Taguchi</i>	46
4.5.1 Hasil Dari Memasukkan Nilai Dimensi Meliputi X,Y,Z Eksperimen Taguchi Menggunakan Software Minitab.....	46
4.5.2 Hasil Dari Nilai Porositas Eksperimen Taguchi Menggunakan Software Minitab.....	52
4.5.3 Hasil Dari Nilai Rata Rata Jari Jari Porsize Eksperimen Taguchi Menggunakan Software Minitab.....	55

4.6 Hasil Konfirmasi Pengujian .....	58
4.6.1 Hasil Uji Konfirmasi Akurasi Dimensi.....	58
4.6.2 Hasil Uji Konfirmasi Porositas .....	59
4.5.3 Hasil Uji Konfirmasi Porsize .....	59
4.7 Pembahasan .....	61
4.8 Hasil Analisa Bahan Uji .....	62
Bab V Penutup .....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
Daftar Pustaka .....	65
Lampiran 1 .....	67
Lampiran 2 .....	68
Lampiran 3 .....	69
Lampiran 4 .....	72
Lampiran 5 .....	76
Lampiran 6 .....	77
Lampiran 7 .....	86
Lampiran 8 .....	89
Lampiran 9 .....	92
Biodata Penulis .....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ilustrasi proses FDM .....	11
Gambar 3. 1 Desain spesimen uji.....	17
Gambar 3. 2 Mesin 3D printing <i>ENDER</i> .....	19
Gambar 3. 3 Laptop/komputer .....	20
Gambar 3. 4 ultimaker 5.2.1.....	20
Gambar 3. 5 jangka sorong digital .....	20
Gambar 3. 6 PLA .....	21
Gambar 3. 7 objek penelitian STL .....	21
Gambar 3. 8 Kamera makro .....	22
Gambar 3. 9 Timbangan digital .....	22
Gambar 4. 1 Langkah 1 .....	24
Gambar 4. 2 Langkah 2 .....	24
Gambar 4. 3 Langkah 3 .....	25
Gambar 4. 4 Langkah 4.....	25
Gambar 4. 5 Langkah 5 .....	26
Gambar 4. 6 Langkah 6.....	26
Gambar 4. 7 hasil analisa .....	27
Gambar 4. 8 hasil pengeprinan.....	29
Gambar 4. 9 data hasil timbangan benda uji .....	30
Gambar 4. 10 grafik data perhitungan porositas .....	30
Gambar 4. 11 grafik perhitungan deviation .....	31
Gambar 4. 12 grafik hasil akurasi .....	31
Gambar 4. 13 grafik pengukuran panjang.....	32
Gambar 4. 14 grafik pengukuran lebar .....	32
Gambar 4. 15 pengukuran tinggi.....	33
Gambar 4. 16 akurasi dimensi.....	33
Gambar 4. 17 data porsize.....	34
Gambar 4. 18 grafik olah data porsize .....	34
Gambar 4. 19 pengujian porsize desain .....	36

Gambar 4. 20 hasil analisa porsize benda uji A .....	37
Gambar 4. 21 hasil analisa porsize benda uji B .....	38
Gambar 4. 22 hasil analisa porsize benda uji C .....	39
Gambar 4. 23 hasil analisa porsize benda uji .....	40
Gambar 4. 24 hasil analisa porsize benda uji E .....	41
Gambar 4. 25 hasil data porsize benda uji F .....	42
Gambar 4. 26 hasil analisa porsize benda uji G .....	43
Gambar 4. 27 hasil analisa porsize benda uji H .....	44
Gambar 4. 28 hasil analisa porsize benda uji I .....	45
Gambar 4. 29 grafik snr dimensi x,y,z .....	46
Gambar 4. 30 grafik mean dimensi x,y,z .....	47
Gambar 4. 31 Grafik SNR irregularity dimensi .....	49
Gambar 4. 32 Grafik mean irregularity dimensi .....	50
Gambar 4. 33 grafik SNR penyimpangan porositas .....	52
Gambar 4. 34 grafik mean penyimpangan porositas .....	53
Gambar 4. 35 grafik SNR porsize .....	55
Gambar 4. 36 grafik mean porsize .....	56
Gambar 4. 37 spesimen uji konfirmasi akurasi dimensi .....	58
Gambar 4. 38 spesimen uji konfirmasi pengukuran porositas .....	59
Gambar 4. 39 spesimen uji konfirmasi pengukuran porsize .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 spesifikasi filamen PLA .....	10
Tabel 2. 2 rekomendasi printing parameter .....	10
Tabel 3. 1 parameter proses yang digunakan .....	18
Tabel 3. 2 desain faktorial metode Taguchi .....	19
Tabel 4. 1 hasil analisa menggunakan creo parametric .....	27
Tabel 4. 2 desain faktorial penelitian L9 OA .....	29
Tabel 4. 3 Respon signal to noise ratio dimensi .....	47
Tabel 4. 4 Respon mean dimensi .....	48
Tabel 4. 5 Respon signal to noise ratio irregularity dimensi .....	49
Tabel 4. 6 Respon mean irregularity dimensi .....	51
Tabel 4. 7 Respon signal to noise ratio porositas .....	52
Tabel 4. 8 Respon mean penyimpangan porositas .....	54
Tabel 4. 9 Respon signal to noise ratio porsize .....	55
Tabel 4. 10 Respon mean porsize .....	57
Tabel 4. 11 uji konfirmasi dimensi .....	58
Tabel 4. 12 Uji konfirmasi porositas .....	59
Tabel 4. 13 Uji konfirmasi porsize .....	60
Tabel 4. 14 parameter proses optimasi dimensi x,y,z .....	61
Tabel 4. 15 parameter proses optimasi porositas .....	61
Tabel 4. 16 parameter proses optimasi porsize .....	61

## DAFTAR SIMBOL

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Nomor Persamaan</b>
<i>X</i>	Panjang dimensi benda uji	mm	12,5
<i>Y</i>	Lebar dimensi benda uji	mm	12,5
<i>Z</i>	Tinggi dimensi benda uji	mm	25,4



## DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran 1</u> .....	67
<u>1.1 Lampiran Data Tabel Parameter Proses Menggunakan Metode Taguchi Dan Dicari Menggunakan Software Minitab</u> .....	67
<u>Lampiran 2</u> .....	68
<u>2.1 Lampiran Data Tabel Waktu Pengeprinan Spesimen Uji</u> .....	68
<u>Lampiran 3</u> .....	69
<u>3.1 Lampiran Data Tabel Penimbangan Spesimen Uji</u> .....	69
<u>3.2 Lampiran Data Porsize Dicari Menggunakan Rumus <math>=1-(V_{\text{massa}}/V_{\text{solid}})</math> Dimana Nilai <math>V_{\text{solid}}</math>nya Adalah 5,048g</u> .....	69
<u>3.3 Lampiran Data Deviation Dicari Menggunakan Rumus Exel <math>=\text{Abs}(\text{Porositas Dari Perhitungan-Porositas Desain})</math></u> .....	70
<u>3.4 Lampiran Data Simpangan Yang Dicari Menggunakan Rumus Exel <math>=1-\text{Deviation}</math></u> .....	70
<u>3.5 Lampiran Presentase Simpangan Menggunakan Rumurs <math>= \text{Simpangan} \times 100\%</math></u> .....	71
<u>Lampiran 4</u> .....	72
<u>4.1 Lampiran Data Tabel Pengukuran X,Y Dan Z</u> .....	72
<u>4.2 Lampiran Data Tabel Rata-Rata Penyimpangan Dalam Persen</u> .....	73
<u>4.3 Lampiran Data Tabel Perhitungan Irregularity/Simpangan X,Y Dan Z Dengan Rumus <math>=\text{Abs}(\text{Rata Rata} - \text{Ukuran Desain})/\text{Ukuran Desain}</math></u> .....	74
<u>4.4 Lampiran Data Tabel Perhitungan Rata Rata Irregularity/Simpangan Dimensi</u> .....	75
<u>Lampiran 5</u> .....	76
<u>5.1 Lampiran Data Tabel Hasil Perhitungan Akurasi Porsize Tertinggi/Terbesar</u> .....	76
<u>Lampiran 6</u> .....	77
<u>Lampiran Gambar Pengukuran Dimensi</u> .....	77
<u>6.1 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji A</u> .....	77
<u>6.2 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji A</u> .....	77
<u>6.3 Gambar Pengukuran Tinggi/Z Benda Uji A</u> .....	77
<u>6.4 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji B</u> .....	78
<u>6.5 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji B</u> .....	78
<u>6.6 Gambar Pengukuran Tinggi/Z Benda Uji B</u> .....	78
<u>6.7 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji C</u> .....	79
<u>6.8 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji C</u> .....	79
<u>6.9 Gambar Pengukuran Tinggi/Z Benda Uji C</u> .....	79
<u>6.10 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji D</u> .....	80

<u>6.11 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji D</u> .....	80
<u>6.12 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji D</u> .....	80
<u>6.13 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji E</u> .....	81
<u>6.14 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji E</u> .....	81
<u>6.15 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji E</u> .....	81
<u>6.16 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji F</u> .....	82
<u>6.17 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji F</u> .....	82
<u>6.18 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji F</u> .....	82
<u>6.19 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji G</u> .....	83
<u>6.21 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji G</u> .....	83
<u>6.22 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji H</u> .....	84
<u>6.23 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji H</u> .....	84
<u>6.24 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji H</u> .....	84
<u>6.25 Gambar Pengukuran Panjang/X Benda Uji I</u> .....	85
<u>6.26 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji I</u> .....	85
<u>6.27 Gambar Pengukuran Lebar/Y Benda Uji I</u> .....	85
<u>Lampiran 7</u> .....	86
<u>Lampiran Gambar Waktu Pengerjaan Benda Uji A Sampai I</u> .....	86
<u>7.1 Waktu Pembuatan Spesimen Uji A</u> .....	86
<u>7.2 Waktu Pembuatan Spesimen Uji B</u> .....	86
<u>7.3 Waktu Pembuatan Spesimen Uji C</u> .....	86
<u>7.4 Waktu Pembuatab Spesimen Uji D</u> .....	87
<u>7.5 Waktu Pembuatan Spesimen Uji E</u> .....	87
<u>7.6 Waktu Pembuatan Spesimen Uji F</u> .....	87
<u>7.7 Waktu Pembuatan Spesimen Uji G</u> .....	88
<u>7.8 Waktu Pembuatan Spesimen Uji H</u> .....	88
<u>7.9 Waktu Pembuatan Spesimen Uji I</u> .....	88
<u>Lampiran 8</u> .....	89
<u>Lampiran Gambar Penimbangan Benda Uji</u> .....	89
<u>8.1 Spesimen Uji A</u> .....	89
<u>8.2 Spesimen Uji B</u> .....	89
<u>8.3 Spesimen Uji C</u> .....	89
<u>8.4 Spesimen Uji D</u> .....	90
<u>8.5 Spesimen Uji E</u> .....	90
<u>8.6 Spesimen Uji F</u> .....	90
<u>8.7 Spesimen Uji G</u> .....	91

8.8 Spesimen Uji H .....	91
8.9 Spesimen Uji I .....	91
<u>Lampiran 9</u> .....	92
<u>Lampiran Gambar Menggunakann Kamera Macro Untuk Mencari Porsize</u> .....	92
9.1 Spesimen Uji A .....	92
9.2 Spesimen Uji B .....	92
9.3 Spesimen Uji C .....	92
9.4 Spesimen Uji D .....	93
9.5 Spesimen Uji E .....	93
9.6 Spesimen Uji F .....	93
9.7 Spesimen Uji G .....	93
9.8 Spesimen Uji H .....	94
9.9 Spesimen Uji I .....	94

Note: Lampiran yang disertakan dalam laporan

1. Surat keterangan: kolaborasi, obyek penelitian (jika ada)
2. Instrumen penelitian (kuesioner, data penelitian, tabel pendukung)
3. Artikel ilmiah
4. Poster (print warna. A4)
5. Manual book (pedoman penggunaan) jika ada
6. Fotokopi buku bimbingan
7. Dokumentasi: foto, dll jika ada

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

DOE	: Desain Of Eksperimen
SNR	: Signal Noice To Ratio
STL	: Stelorio Grafi
FDM	: Fused Deposition Modeling
PLA	: Polilatic Acid

