



LAPORAN SKRIPSI

***OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE
SCAFFOLD TERHADAP SIFAT MEKANIS MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI***

**SANDY GALIH TILANA
NIM. 201854077**

**DOSEN PEMBIMBING
Rochmad Wirnarso, S.T., M.T.
Qomarruddin, S.T., M.T.**

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

HALAMAN PERSETUJUAN


**OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE
SCAFFOLD TERHADAP SIFAT MEKANIS MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI**

**SANDY GALIH TILANA
NIM. 201854077**


Kudus, 6 Juli 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Rochmad Winarsp, S.T., MT.
NIDN. 0612037201

Pembimbing Pendamping,


Qomaruddin, S.T., MT.
NIDN. 0626097102

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE
SCAFFOLD TERHADAP SIFAT MEKANIS MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI

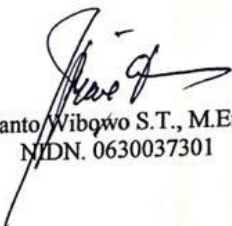
SANDY GALIH TILANA

NIM. 201854077


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 Winarso, S.T., MT.
NIDN. 0612037201


Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Mohammad Darman 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 : Sandy Galih Tilana
NIM : 201854077
Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 5 Juni 2000
Judul Skripsi/Tugas Akhir* : Optimasi Parameter Proses 3D Printing Produk Bone Scaffold Terhadap Sifat mekanis Menggunakan Metode Taguchi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir* 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 ketidakbenaran 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, 17 Januari 2021
Yang memberi pernyataan,



Sandy Galih Tilana
NIM. 201854077

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir / skripsi ini tepat waktu. Penulis berhasil menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE SCAFFOLD TERHADAP SIFAT MEKANIS MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

Adapun penyusunan skripsi ini ditunjukkan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar (ST) 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 terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu mencurahkan segala rahmat, anugrah, dan karunianya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua ibu dan bapak tercinta atas do'a serta kasih sayang dan dorongan semangat dan motivasi selama ini.
3. Bapak Dr. Akhmad Zidni Hudaya S.T.,M.Eng selaku Ka-Prodi teknik Mesin Universitas Muria Kudus.
4. Bapak Rochmad Winarso S.T.,M.T selaku dosen opembimbing utama yang telah banyak memberi motivasi dan arahan kepada penulis.
5. Bapak Qomaruddin S.T.,M.T selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan masukan tambahan kepada penulis.
6. Dosen-dosen Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Muria Kudus
7. Teman-teman Teknik mesin Universitas Muria Kudus atas kebaikan, persahabatan dan kekeluargaannya.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi, 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
penulis

**OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE
SCAFFOLD TERHADAP SIFAT MEKANIS MENGGUNAKAN METODE
TAGUCHI**

Nama mahasiswa : Sandy Galih Tilana

NIM : 201854077

Pembimbing :

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

RINGKASAN

Tulang umumnya memiliki kemampuan untuk regenerasi secara penuh, akan tetapi hanya berlaku pada cacat tulang yang berukuran kecil. Cacat tulang yang berukuran kritis seperti bekas trauma, infeksi, penyakit degeneratif, tumor dan sebagainya tidak bisa beregenerasi penuh tanpa bantuan. Dalam kebanyakan kasus, rekayasa jaringan tulang di perlukan untuk mengisi dan merangsang regenerasi pada daerah tulang yang rusak tersebut. Rekayasa jaringan tulang adalah daerah prosedur pembedahan yang berupa penggantian tulang yang hilang untuk memperbaiki cacat seperti pada tulang yang kompleks. Menimbulkan resiko kesehatan yang signifikan, atau gagal sembuh secara sempurna maka dari itu pengganti tulang biasanya menggunakan bone graft, bone graft merupakan materi pengganti tulang yang telah banyak di gunakan dalam pencakokan tulang yang rusak, secara garis besar pengganti tulang ini dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu autograft, allograft, dan xenograft.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil yang paling optimal dari sifat mekanis uji tekan dengan material PLA (polilactic acid).

Metode yang di gunakan adalah metode taguchi, metode taguchi sendiri adalah metodologi baru bidang teknik yang bertujuan untuk

memperbaiki kualitas produk, proses, dan dapat menekan biaya resources seminimal mungkin. Metode taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses tidak sensitif terhadap berbagai faktor seperti misalnya material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi kondisi operasional metode taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (robust) terhadap faktor gangguan (noise), karenanya metode ini di sebut juga sebagai perancangan kokoh (robust design).

Optimasi sendiri adalah sebagai suatu kumpulan formula matematis dan metoda numerik untuk menemukan dan mengidentifikasi kandidat terbaik dari sekumpulan alternatif tanpa harus secara eksplisit menghitung dan mengevaluasi semua alternatif yang mungkin.

Dari hasil yang di harapkan dengan metode taguchi adalah untuk menekan pengeluaran biaya yang banyak dan proses ini untuk menghasilkan hasil yang sama dengan metode lainnya tetapi dengan cara menyederhanakan prosesnya.

Kata kunci : Bone scaffold, *Polyactic acid*, Metode taguchi, Optimasi parameter

OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING PRODUK BONE SCAFFOLD TERHADAP SIFAT MEKANIS MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Student Name : Sandy Galih Tilana

Student Identity Number : 201854077

Supervisor :

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

ABSTRACT

Bone generally has the ability to fully regenerate, but this is only true for small bone defects. Critical-sized bone defects such as scars from trauma, infection, degenerative diseases, tumors and so on cannot fully regenerate without assistance. In most cases, bone tissue engineering is required to fill and stimulate regeneration of the damaged bone area. Bone tissue engineering is an area of surgical procedures in which the replacement of lost bone is done to correct defects such as complex bones. Causes significant health risks, or fails to heal completely, therefore bone substitutes usually use bone grafts. Bone grafts are bone replacement materials that have been widely used in damaged bone grafts. Broadly speaking, these bone substitutes are grouped into 3 parts, namely autograft, allograft, and xenograft.

The purpose of this study is to obtain the most optimal results from the mechanical properties of the compressive test with PLA (polylactic acid) material.

The method used is the taguchi method, the taguchi method itself is a new engineering methodology that aims to improve the quality of products, processes, and can reduce resource costs to a minimum. The taguchi method seeks to achieve this goal by making the product or process insensitive to various factors such as materials, manufacturing equipment, human labor, and operational conditions. The

taguchi method makes the product or process robust against noise factors, therefore This method is also known as robust design.

Optimization itself is a collection of mathematical formulas and numerical methods to find and identify the best candidate from a set of alternatives without having to explicitly calculate and evaluate all possible alternatives.

From the expected results with the taguchi method is to reduce the expenditure of a lot of costs and this process to produce the same results as other methods but by simplifying the process.

Keywords: Bone scaffold, Polyactic acid, Taguchi method, Parameter optimization

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2. LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Mesin Printer 3 Dimensi	5
2.2 Mekanisme proses 3D printing	6
2.2.1. Modelling Objek 3D	6
2.2.2. Proses penentuan parameter.....	6
2.2.3. Proses pencetakan	6
2.2.4. Proses finishing	6
2.3 Parameter 3D Printing.....	6
2.3.1 Printing speed.....	6
2.3.2 Nozzle temperature	7
2.3.3 Layer high	7
2.3.4 Line Width	7

2.4 Variable kontrol	7
2.4.1 Temperature based plate	7
2.4.2 Infill pattern.....	7
2.4.3 Infill density	7
2.4.4 Perimeter	7
2.4.5 Fed rate.....	7
2.4.6 Raft layers	7
2.4.7 Brim width	8
2.4.8 Infill geometry.....	8
2.5 Manfaat 3D printing.....	8
2.6 Fused Depositin Modeling (FDM).....	8
2.7 Proses Fused Depositin Modeling (FDM)	9
2.8 Filament PLA (Polyatic acid)	10
2.9 Metode Taguchi	11
2.10 Optimasi	12
2.10.1 Jenis Optimasi	12
2.11 Minitab	13
BAB III METODOLOGI.....	14
3.1 Alur Perancangan	14
3.2 Studi literatur.....	15
3.3 Desain yang akan di uji.....	15
3.4 Penentuan Parameter.....	15
3.4.1 Penentuan faktor dan level eksperimen.....	15
3.4.2 Desain faktorial	16
3.4.3 design of eksperimen (DOE).....	16
3.4.4 variable respon	16
3.5 Persiapan alat dan bahan penelitian	17
3.5.1. Mesin 3D printer	17
3.5.2. Stopwach.....	17
3.5.3. Alat uji tekan	18
3.5.4. Bahan penelitian.....	18
3.5.5. Bahan uji	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Penelitian	20

4.2 Pengujian Spemisen Uji Tekan	20
4.3 Hasil Pengujian tekan.....	21
4.3.1. Hasil pengujian bahan uji A filament PLA	21
4.3.2 Hasil pengujian bahan uji B filament PLA	22
4.3.3 Hasil pengujian bahan uji C filament PLA	23
4.3.4 Hasil pengujian bahan uji D filament PLA	24
4.3.5 Hasil pengujian bahan uji E filament PLA	25
4.3.6 Hasil pengujian bahan uji F filament PLA.....	26
4.3.7 Hasil pengujian bahan uji G filament PLA	27
4.3.8 Hasil pengujian bahan uji H filament PLA	28
4.3.9 Hasil pengujian bahan uji I filament PLA.....	29
4.4 Data S/N Rasio dari eksperimen menggunakan metode taguchi	30
4.4.1 Hasil data compresif strength setelah di olah data menggunakan minitab	30
4.4.2 Hasil data elongation setelah di olah data menggunakan minitab	32
4.4.3 Hasil data young's modulus elastisitas setelah di olah data menggunakan minitab	35
4.5 Hasil dari rata rata di olah menggunakan metode taguchi	38
4.5.1 hasil dari rata rata compresif strenght menggunakan metode taguchi	38
4.5.2 hasil dari rata rata elongation menggunakan metode taguchi	40
4.5.3 Hasil dari rata rata modulus elastisitas menggunakan metode taguchi	43
BAB V PENUTUP.....	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN 1	48
LAMPIRAN 2.....	51
LAMPIRAN 3.....	54
BIODATA PENULIS	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin 3D printing	5
Gambar 2. 2 Ilustrasi Proses FDM (M.Habib bari).....	9
Gambar 2. 3 Filament PLA (Polyactic acid).....	11
Gambar 3. 1 Mesin 3D printing	17
Gambar 3. 2 Stopwatch	17
Gambar 3. 3 Alat uji tekan	18
Gambar 3. 4 Filament PLA	18
Gambar 3. 5 Bahan uji	19
Gambar 4. 1 Proses pengujian Tekan.....	20
Gambar 4. 2 Grafik tampilan beban uji tekan bahan uji A	21
Gambar 4. 3 Grafik tegangan regangan uji tekan bahan uji.....	21
Gambar 4. 4 Grafik tampilan beban uji tekan bahan uji B.....	22
Gambar 4. 5 Grafik tegangan regangan uji tekan bahan uji B.....	22
Gambar 4. 6 Grafik tampilan beban uji tekan bahan uji C.....	23
Gambar 4. 7 Grafik tegangan regangan uji tekan bahan uji C.....	23
Gambar 4. 8 Grafik tampilan beban uji bahan uji D	24
Gambar 4. 9 Grafik tegangan regangan uji tekan bahan uji.....	24
Gambar 4. 10 Grafik tampilan beban uji bahan uji E	25
Gambar 4. 11 Grafik regangan tegangan bahan uji E	25
Gambar 4. 12 Grafik tampilan beban uji bahan uji F.....	26
Gambar 4. 13 Grafik tegangan regangan bahan uji F	26
Gambar 4. 14 Grafik tampilan beban uji bahan uji G.....	27
Gambar 4. 15 Grafik tegangan regangan bahan uji G.....	27
Gambar 4. 16 Grafik tampilan beban uji bahan uji H.....	28
Gambar 4. 17 Grafik tegangan regangan bahan uji H.....	28
Gambar 4. 18 Grafik tampilan beban uji bahan uji I.....	29
Gambar 4. 19 Grafik tegangan regangan bahan uji.....	29
Gambar 4. 20 Grafik nilai kuat tekan yang paling besar pada level parameter compress strength.....	30

Gambar 4. 21 Grafik hasil respon nilai S/N rasio compress strength	31
Gambar 4. 22 Grafik nilai kuat tekan yang paling besar pada level parameter elongation.....	33
Gambar 4. 23 Grafik hasil respon nilai S/N rasio elongation	33
Gambar 4. 24 Grafik nilai kuat tekan yang paling besar pada level parameter young's modulus elastisitas	35
Gambar 4. 25 Grafik hasil respon nilai S/N rasio young's modulus elastisitas....	36
Gambar 4. 26 Grafik nilai kuat tekan yang paling besar pada level parameter compress strength.....	38
Gambar 4. 27 Grafik hasil respon nilai S/N rasio compress strength	39
Gambar 4. 28 Grafik nilai kuat tekan yang paling besar pada level parameter elongation.....	40
Gambar 4. 29 Grafik hasil respon nilai S/N rasio elongation	41
Gambar 4. 30 Grafik nilai kuat tekan yang paling besar pada level parameter modulus elastisitas	43
Gambar 4. 31 Grafik hasil respon nilai S/N rasio modulus elastisitas.....	43

DAFTAR TABEL

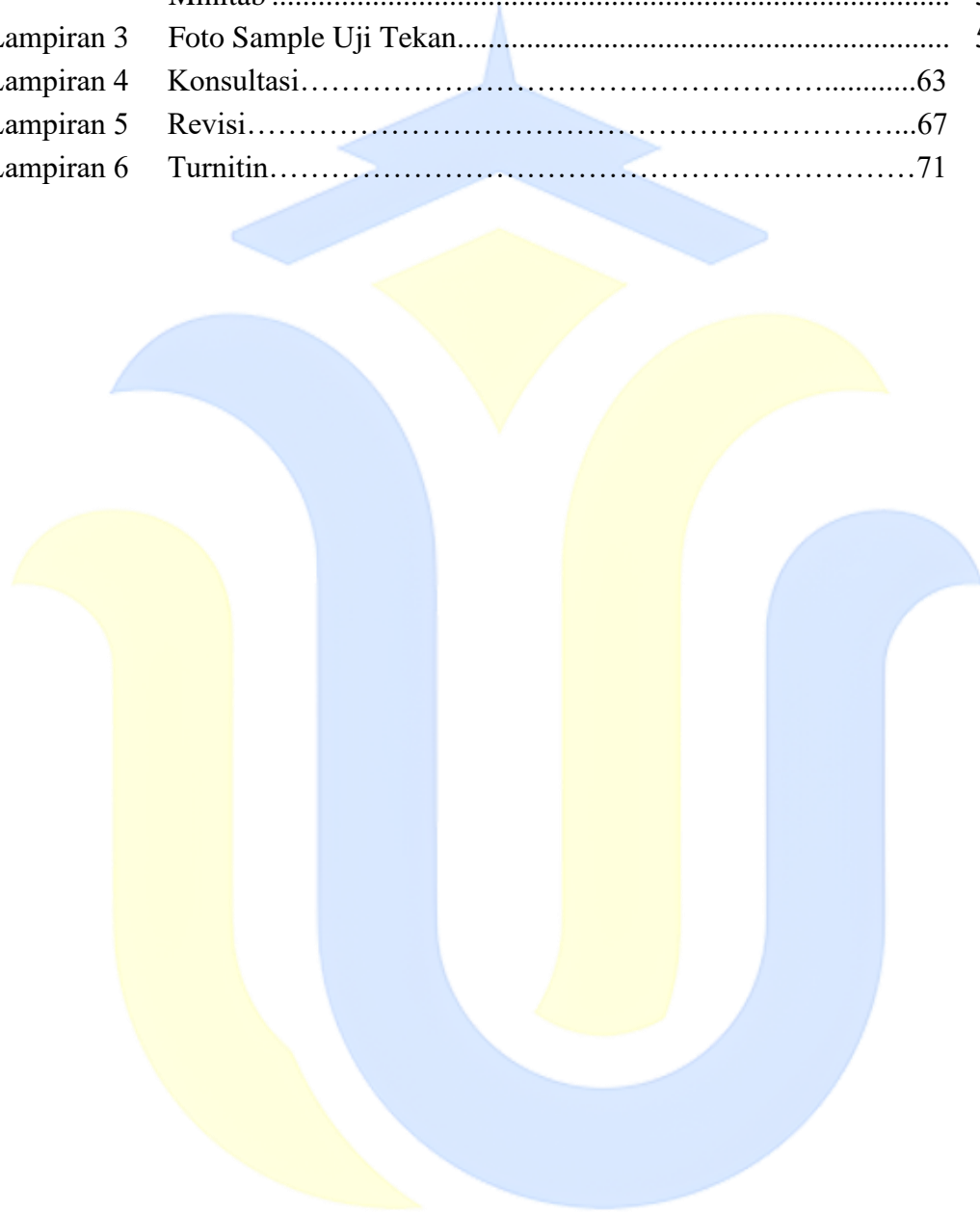
Tabel 3. 1 Tabel Parameter	15
Tabel 3. 2 Tabel desain faktorial.....	16
Tabel 4. 1 response table for signal to noise ration large is better.....	31
Tabel 4. 2 response tabel for means.....	32
Tabel 4. 3 response table for signal to noise ration large is better.....	34
Tabel 4. 4 response tabel for means.....	34
Tabel 4. 5 response table for signal to noise ration large is better.....	36
Tabel 4. 6 response tabel for means.....	37
Tabel 4. 7 respon table for signal to noise ration large is better	39
Tabel 4. 8 respon table for means	39
Tabel 4. 9 response table for signal to noise ration large is better.....	41
Tabel 4. 10 response table for means.....	42
Tabel 4. 11 response table for signal to noise ration large is better.....	44
Tabel 4. 12 response table for means.....	44

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
A	Luas permukaan	m ²	1,3
α	Sudut defleksi	Rad	3
d	Dianeter pipa	M	2,5
g	Percepatan gravitasi bum	m/s ²	5

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Yang Belum Di Olah Menggunakan Minitab	48
Lampiran 2	Hasil Dari Rata Rata Compressiv Strength, Elongation, Dan Modulus Elastisitas Yang Belum Di Olah Menggunakan Minitab	51
Lampiran 3	Foto Sample Uji Tekan.....	54
Lampiran 4	Konsultasi.....	63
Lampiran 5	Revisi.....	67
Lampiran 6	Turnitin.....	71



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

SUTET	: Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi
SUTT	: Saluran Udara Tegangan Tinggi
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
JST	: Jaringan Syaraf Tiruan
CMOS	: <i>Compelementary Metal-Oxide Semiconductor</i>
TTL	: <i>Transistor-Transistor Logic</i>