

DESAIN KOMPONEN ALAT REHABILITASI STROKE

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Program Diploma IV TMPP Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:
Franando
061640211499**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK MESIN
PALEMBANG
2020**

STROKE REHABILITATION TOOL COMPONENTS DESIGN

SKRIPSI



***Submitted to Comply with Terms of Completion
Study Program of Mechanical Production and Maintenance Engineering
Department of Mechanical Engineering
State Polytechnic of Sriwijaya***

***by:
Franando
061640211499***

***STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
PALEMBANG
2019***

DESAIN KOMPONEN ALAT REHABILITASI STROKE



SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
D-IV TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Pembimbing Utama,

Fatahul Arifin, PhD
NIP. 197201011998021004

Pembimbing Pendamping,

Ahmad Zamheri, S.T., M.T.
NIP. 196712251997021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. Sairul Effendi, M.T.
NIP. 1963091219893031005


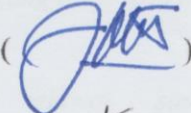


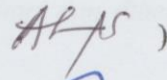
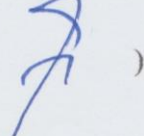
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh


Nama : FRANANDO
NPM : 061640211499
Konsentrasi Studi : D-IV TMPP
Judul Skripsi : DESAIN KOMPONEN ALAT REHABILITASI
STROKE

**Telah selesai diuji, direvisi dan diterima sebagai
Bagian persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan studi pada
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

Penguji:

Tim Penguji: 1. Fatahul Arifin, PhD ()
2. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. ()
3. Almadora Anwar Sani, S.Pd.T. M.Eng. ()
4. Fenoria Putri, S.T., M.T. ()
5. H. Azharuddin, S.T., M.T. ()
6. Ir. Sairul Effendi, M.T. ()

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin : Ir. Sairul Effendi, M.T. ()

Ditetapkan di : Palembang
Tanggal : Agustus 2020

HALAMAN MOTTO

“Jika tidak dicoba maka tidak akan tau”

“Alasan bukan solusi dari sebuah permasalahan”

“Waktu bukanlah uang, tapi waktu adalah nyawa!”

Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk

Ayahanda, terima kasih atas limpahan doa dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik.

(Alm) Ibu, terima kasih atas limpahan kasih sayang semasa hidupnya dan memberikan rasa rindu yang berarti.

Juga saudara-saudara serta keluargaku yang selalu mendukung dan memberi bantuan selama ini.

Terkhusus untuk dosen pembimbing bapak Fatahul Arifin, PhD dan bapak Ahmad Zamheri, S.T., M.T. terima kasih atas masukan dan arahan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.

Terima kasih kuucapkan juga kepada teman sejawat saudara seperjuangan Jurusan Teknik Mesin khususnya Program Studi Produksi dan Perawatan '16 Politeknik Negeri Sriwijaya, teman sekelas 8PPA yang selalu bersama selama 4 tahun, teman-teman Sriwijaya Drafter Community dan TP3D, terima kasih atas gelak tawa dan solidaritas yang luar biasa sehingga membuat hari-hari semasa kuliah lebih berarti.

Semoga Allah SWT membalas jasa budi kalian dikemudian hari dan diberikan kemudahan dalam segala hal, aamiin.

ABSTRAK

DESAIN KOMPONEN ALAT REHABILITASI STROKE (2020: xiii + 51 Hal. + 39 Gambar + 22 Tabel + 8 Lampiran)

FRANANDO

061640211499

D IV TMPP JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Dunia industri selalu berkembang melalui peningkatan terutama pada bidang industri manufaktur, salah satu inovasinya yaitu *Rapid Prototyping*. *Rapid Prototyping* biasanya digunakan dalam pembuatan produk 3D Printer, teknologi ini adalah solusi untuk memenuhi permintaan produk yang bersifat *Custom Design* dan tidak harus produksi masal. Namun pada proses pencetakan, 3D Printer masih sering memperlihatkan tumpukan lapisan pada produk yang akhirnya produk diberi *Treatment* akhir berupa *Polishing*. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kombinasi parameter yang optimal dengan menggunakan metode pendekatan *Taguchi* dan *Grey Relational Analysis* dengan parameter *Layer Height*, *Print Speed* dan *Print Temperature* untuk meminimalisir penyimpangan akurasi dimensi (*Dimensional Accuration*) dan mendapatkan hasil kekerasan (*Hardness*) yang optimum pada hasil cetak 3D Printer, yang diharapkan dapat meningkatkan usia pakai produk, cepat dalam proses produksi dan produk memiliki sifat mampu tukar yang tinggi pada saat proses *Assembly*. Proses dalam penelitian ini adalah dengan membuat objek 3DP menggunakan data CAD yang kemudian diubah menjadi G-Code dengan perangkat lunak *Simplify3D* versi 4.1.2 dan kemudian objek dicetak menggunakan 3D Printer. Spesimen yang diuji adalah salah satu komponen alat rehabilitasi stroke dengan ukuran keseluruhan 52,73 x 25,96 x 2,5 mm, dan menggunakan material *Color Change Filament*. Data hasil pengujian kemudian diolah dan dianalisis menggunakan metode *Taguchi* dan *Grey Relational Analysis*. Metode *Taguchi* diolah menggunakan *Software Minitab19* dan *Grey Relational Analysis* diolah menggunakan *Software Microsoft Excel 2013*. Pada Metode *Taguchi*, *Optimum levels* untuk mendapatkan Akurasi Dimensi (*Dimensional Accuration*) yang baik adalah $A_2B_3C_1$ dengan tingkat akurasi (DA) 0,203% tetapi memiliki nilai Kekerasan (*Hardness*) (BHN) 4,862 Kg/mm², sedangkan untuk *Optimum levels* kekerasan (*Hardness*) yang baik adalah $A_2B_1C_2$ dengan nilai kekerasan (BHN) 11,537 Kg/mm² tetapi memiliki tingkat akurasi (DA) 0,647%. Pada metode *Grey Relational Analysis*, *Optimum Levels* $A_2B_1C_2$ adalah *Optimum Levels* yang baik dari keseluruhan *Response*.

Kata kunci: 3D Printer, *Taguchi*, *Grey Relational Analysis*, *Layer Height*, *Print Speed*, *Print Temperature*

ABSTRACT

STROKE REHABILITATION TOOL COMPONENTS DESIGN (2020: xiii + 51 PP.+ 39 FIGURES + 22 TABLES + 8 ATTACHMENTS)

FRANANDO

061640211499

D IV TMPP MECHANICAL ENGINEERING DEPARTEMENT
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The industrial world has always evolved through improvements especially in the manufacturing industry, One of its innovations is Rapid Prototyping. Usually Rapid Prototyping is used in 3D Printer product manufacturing. This technology is a solution to meet the demand of products that are Custom Design and not necessarily mass production. But in the process of printing, 3D Printer still frequently shows layer stacks on products and finally the product is given the final Treatment of Polishing. This research aims to find the optimal combination of parameters using the approach method of Taguchi and Grey relational analysis with Layer Height, Print Speed and Print Temperature parameters to minimise dimensional accuracy irregularities and get optimum hardness results in 3D Printer printout, Which is expected to increase the product life span, rapidly in the production process and the product has high exchange capable properties during the Assembly process. The process in this study is to create a 3D object using CAD data which is then converted into G-Code with software Simplify3D version 4.1.2. and then object is printed using 3D Printer. The specimen tested was one of the components of a stroke rehabilitation tool with a total size of 52.73 x 25.96 x 2.5 mm and uses a Color Change Filament material. The Data of the test results are then processed and analyzed using the Taguchi and Grey Relational Analysis methods. Taguchi method is processed using Minitab19 software and Grey Relational Analysis is processed using Microsoft Excel 2013 software. At the Taguchi method, Optimum levels to get good dimensional accuracy is $A_2B_3C_1$ with a level of accuracy (DA) of 0.203% but has a hardness value (BHN) 4.862 Kg/mm². While the Optimum levels of hardness is $A_2B_1C_2$ with hardness value (BHN) 11.537 Kg/mm² but has a level of accuracy (DA) 0.647%. On the Grey Relational Analysis method, Optimum Levels $A_2B_1C_2$ is a good Optimum Levels of the overall Response.

Key words: 3D Printer, Taguchi, Grey Relational Analysis, Layer Height, Print Speed, Print Temperature

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah, saya sebagai penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini tepat pada waktunya. Terwujudnya proposal skripsi ini adalah berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menghanturkan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam membuat proposal ini yaitu kepada:

1. Keluarga dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada anaknya tercinta.
2. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T. dan seluruh staf jurusan/prodi D-IV TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Fatahul Arifin, Phd sebagai pembimbing utama proposal skripsi yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis.
4. Bapak Ahmad Zamheri, S.T., M.T. sebagai pembimbing pendamping proposal skripsi yang telah membimbing dan membantu penulis.
5. Sahabat-sahabatku dan teman-teman semua yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama. Serta teman-teman terbaikku anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Polsri dan kelas 8PPA yang telah berjuang bersama-sama.
6. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan proposal skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat diharapkan untuk kesempurnaan proposal skripsi ini.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Halaman Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Motto.....	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 <i>3D Printer</i>	8
2.3 <i>Filament</i>	9
2.4 Akurasi Dimensi (<i>Dimensional Accuration</i>)	11
2.5 Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	11
2.6 Alat Pengujian.....	13
2.6.1 Alat Pengukuran Akurasi Dimensi	13
2.6.2 Alat Uji Kekerasan.....	13
2.7 Alat Rehabilitasi Stroke	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Diagram Alir Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan	17

3.3	Proses Pembuatan Produk.....	17
3.4	Intruksi Kerja Alat	22
3.4.1	Cara Kerja Alat <i>ABS Digimatic Caliper Mitutoyo</i> .	22
3.4.2	Cara Kerja Alat <i>ALBERT GNEHM HORGEN</i>	23
3.4.3	Cara Kerja Alat <i>Profil Projector PJ-A3000 Mitutoyo</i>	24
3.5	<i>Dimensional Accuration</i>	24
3.6	<i>Hardness</i>	25
3.7	<i>Taguchi</i>	25
3.7.1	Perencanaan Eksperimen <i>Taguchi</i>	26
3.7.2	Menentukan Jumlah <i>Level</i> Setiap Faktor	27
3.7.3	Memilih Matriks <i>Orthogonal</i>	27
3.7.4	Matriks <i>Orthogonal</i> Standar dengan 3 <i>Level</i>	28
3.7.5	Analisis Varians (ANOVA) Dua Arah	28
3.7.6	Konfirmasi	30
3.8	<i>Grey Relational Analysis (GRA)</i>	30
3.8.1	Perhitungan Rasio S/N.....	31
3.8.2	Perhitungan Normalisasi Rasio.....	31
3.8.3	Perhitungan Simpangan Deviasi.....	31
3.8.4	Perhitungan Nilai <i>Grey Relational Coefficient (GRC)</i>	32
3.8.5	Perhitungan Nilai <i>Grey Relational Grade (GRG)</i>	32
3.8.6	Perhitungan <i>Analysis of Variance (ANOVA)</i>	32
3.8.7	Prediksi <i>Level</i> Faktor Optimal	32
3.8.8	<i>Interval Kepercayaan</i>	33
3.8.9	Eksperimen Konfirmasi	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	<i>Simulation</i> dan <i>Actual</i>	34
4.1.1	<i>Print Position</i>	34
4.1.2	<i>Heat Bed</i>	36
4.1.3	<i>Infill</i> dan <i>Solid Layer</i>	36
4.1.4	<i>Travel Moves</i>	38

4.1.5	<i>Retractions</i>	38
4.1.6	<i>Outer Perimeter</i>	39
4.2	<i>Processing Window</i>	40
4.3	Pengolahan Data	41
4.4	<i>Taguchi</i>	43
4.3.1	Eksperimen Metode <i>Taguchi Dimensional Accuration</i>	43
4.3.2	Eksperimen Metode <i>Taguchi Hardness</i>	46
4.5	<i>Grey Relational Analysis</i>	48
4.6	Konfirmasi	49
4.7	Alat Rehabilitasi Stroke	50
BAB V PENUTUP		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Fused Deposition Modeling</i>	9
Gambar 2.2 <i>Color Change Filament</i>	10
Gambar 2.3 <i>Brinell Hardness Test</i>	12
Gambar 2.4 <i>ABS Digimatic Caliper Mitutoyo</i>	13
Gambar 2.5 a. <i>ALBERT GNEHM HORGEM</i> dan b. <i>Profile Projector PJ-A3000 Mitutoyo</i>	13
Gambar 2.6 <i>Design of a Soft Robotic Glove for Hand Rehabilitation of Stroke Patients With Clenched Fist Deformity Using Inflatable Plastic Actuators</i>	14
Gambar 2.7 <i>Exo-Glove: A Soft Wearable Robotic Hand for Stroke Survivors</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Ukuran Komponen Produk Alat Rehabilitasi Stroke.....	18
Gambar 3.3 Ukuran Alat Rehabilitasi Stroke	18
Gambar 3.4 <i>Screenshot</i> Format .STL.....	18
Gambar 3.5 Tampilan awal <i>Simplify3D</i>	19
Gambar 3.6 Parameter <i>Simplify3D</i>	20
Gambar 3.7 <i>Save</i> pada <i>Simplify3D</i>	20
Gambar 3.8 Tampilan utama pada <i>3D Printer</i>	20
Gambar 3.9 <i>Display 3D Printer</i>	21
Gambar 3.10 <i>Init. SD Card</i>	21
Gambar 3.11 <i>Print From SD</i>	21
Gambar 3.12 <i>Pemilihan .gcode</i>	21
Gambar 3.13 27 Spesimen	22
Gambar 3.14 Mengukur dimensi spesimen.....	23
Gambar 3.15 Pengujian Kekerasan.....	23
Gambar 3.16 Pengukuran diameter identasi pada permukaan spesimen	24
Gambar 4.1 <i>Print Position</i>	34
Gambar 4.2 <i>Print With Support</i>	34

Gambar 4.3 a. Spesimen dengan <i>Heat Bed</i> 50 °C , b. Spesimen dengan <i>Heat Bed</i> 0 °C atau suhu ruangan	36
Gambar 4.4 a. <i>Infill</i> 100% & <i>Solid Layer Simplify Simulation</i> , b. <i>Actual Infill</i> 100% & <i>Solid Layer</i> , c. <i>Infill</i> 50% & <i>Solid Layer Simplify Simulation</i> dan d. <i>Actual Infill</i> 100% & <i>Solid Layer</i>	37
Gambar 4.5 Rongga pada <i>Infill</i> 100%	37
Gambar 4.6 a. <i>Travel Moves Simplify Simulation</i> yang akan menyebabkan <i>Stringing</i> , b. Spesimen dengan <i>Stringing</i> dan c. <i>Travel Moves Simplify Simulation</i> yang tidak akan menyebabkan <i>Stringing</i> d. Spesimen tanpa <i>Stringing</i>	38
Gambar 4.7 <i>Ekstruder</i>	39
Gambar 4.8 a. <i>Retractions Simplify Simulation</i> dan b. <i>Actual Retractions</i>	39
Gambar 4.9 a. <i>Outer Perimeter Simplify Simulation</i> , b. <i>Actual Outer Perimeter</i> dengan <i>Layer Height</i> 0,05 mm dan c. <i>Actual Outer Perimeter</i> dengan <i>Layer Height</i> 0,15	39
Gambar 4.10 a. <i>Layer Height vs. Print Speed</i> dan b. <i>Print Speed vs. Print Temperature</i>	40
Gambar 4.11 Area pengukuran dimensi pada spesimen uji atau komponen alat rehabilitasi stroke	41
Gambar 4.12 Area pengujian kekerasan pada spesimen uji atau komponen alat rehabilitasi stroke	42
Gambar 4.13 <i>Average Effect Plot for SN Ratios Dimensional Accuration</i>	45
Gambar 4.14 <i>Average Effect Plot for SN Ratios Brinell Hardness Number</i>	48
Gambar 4.15 Spesimen dan penggaris	50
Gambar 4.16 Alat rehabilitasi stroke aktual	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sumber Referensi.....	5
Tabel 2.2 <i>Data sheet of Color Change filament</i>	10
Tabel 3.1 Variabel Terikat	19
Tabel 3.2 Variabel Bebas	19
Table 3.3 Faktor dan <i>Level</i> yang dipilih dalam pembuatan produk.....	27
Table 3.4 Matriks <i>Orthogonal L₉(3⁴)</i>	28
Tabel 3.5 <i>Pareto ANOVA for Three Level Factors</i>	29
Tabel 3.6 <i>ANOVA for Three Level Factors</i>	29
Tabel 3.7 <i>Average Effect of Responses using S/N Ratios</i>	30
Table 4.1 Pengaruh parameter terhadap waktu print	35
Tabel 4.2 Variabel Terikat	41
Tabel 4.3 Variabel Bebas	41
Table 4.4 Hasil dari pengambilan data, rata-rata dan <i>S/N Ratio</i> pengukuran <i>Akurasi dimensi (Dimensional accuration)</i>	43
Tabel 4.5 <i>Pareto ANOVA for Dimensional Accuration (DA)</i>	44
Tabel 4.6 <i>ANOVA for Dimensional Accuration (DA)</i>	44
Tabel 4.7 <i>Average Effect of Responses Using S/N Ratios</i> <i>Dimensional Accuration (DA)</i>	45
Table 4.8 Hasil dari pengambilan data, rata-rata dan <i>S/N Ratio</i> pengukuran kekerasan (<i>Hardness</i>)	46
Tabel 4.9 <i>Pareto ANOVA for Brinell Hardness Number (BHN)</i>	46
Tabel 4.10 <i>ANOVA for Brinell Hardness Number (BHN)</i>	47
Tabel 4.11 <i>Average Effect of Responses Using S/N Ratios</i> <i>Brinell Hardness Number (BHN)</i>	47
Tabel 4.12 <i>Grey Relational Analysis</i>	49
Tabel 4.13 Konfirmasi <i>Taguchi</i> dan <i>Grey Relational Analysis</i>	50