

**PENGARUH JENIS BENTUK HASIL CETAK 3D PRINTING
DENGAN PERBEDAAN LUAS PENAMPANG TERHADAP
KEAKURATAN UKURAN DAN KEKASARAN
BERBAHAN PLA+**

SKRIPSI

Oleh

RONALDO REAGEN HUTAURUK

1851050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**

**PENGARUH JENIS BENTUK HASIL CETAK 3D PRINTING
DENGAN PERBEDAAN LUAS PENAMPANG TERHADAP
KEAKURATAN UKURAN DAN KEKASARAN
BERBAHAN PLA+**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana Teknik (S.T)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Oleh

RONALDO REAGEN HUTAURUK

1851050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan;

Nama : Ronado Reagen Hutauruk

NIM : 1851050010

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Jenis Bentuk Hasil Cetak 3D Printing Dengan Perbedaan Luas Penampang Terhadap Keakuratan Ukuran dan Kekasaran Berbahan Pla+” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 03 Juli 2023



Ronaldo Reagen Hutauruk



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**PENGARUH JENIS BENTUK HASIL CETAK 3D PRINTING DENGAN PERBEDAAN
LUAS PENAMPANG TERHADAP KEAKURATAN UKURAN DAN KEKASARAN
BERBAHAN PLA+**

Oleh :

Nama : Ronaldo Reagen Hutaaruk
NIM : 1851050010
Program Studi : Teknik Mesin
Peminatan : Material Manufacture

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana strata Satu/ pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 03 Juli 2023
Menyetujui:

Pembimbing I

(Dicky Antonius, S.T.,M.Sc)
NIDN. 030128801

Pembimbing II

(Ir. Surjo Abadi, M.Sc)
NIDN. 0321126505

Ketua Program Studi



(L. Sudarto, M.Sc)

Dekan



(Dicky Antonius, S.T.,M.Sc)







**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Pada tanggal 03 Juli 2023 telah diselenggarakan Sidang Skripsi untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Ronaldo Reagen Hutauruk
NIM : 1851050010
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul " Pengaruh Jenis Bentuk Hasil Cetak 3D Printing Dengan Perbedaan Luas Penampang Terhadap Keakuratan Ukuran dan Kekasaran Berbahan Pla+" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Ir. Budiarto, M.Sc	Sebagai Ketua	
2. Dicky Antonius, S.T.,M.Sc	Sebagai Anggota	
3. Ir. Surjo Abadi, M.Sc	Sebagai Anggota	
4. Ir. Priyono Atmadi, M.Sc	Sebagai Anggota	

Jakarta, 03 Juli 2023



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ronaldo Reagen Hutauruk
NIM : 1851050010
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul :
Pengaruh Jenis Bentuk Hasil Cetak 3D Printing Dengan Perbedaan Luas Penampang Terhadap Keakuratan Ukuran dan Kekasaran Berbahan Pla+

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non Eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada



Ronaldo Reagen Hutauruk

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa untuk berkat, kasih dan karuniaNya yang maka penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Jenis Bentuk Hasil Cetak 3d Printing Dengan Perbedaan Luas Penampang Terhadap Keakuratan Ukuran Dan Kekasaran Berbahan Pla+”.

Penelitian ini dibuat dan disusun sebagai tugas akhir penulis, serta sebagai syarat yang harus dipenuhi guna menempuh Sidang Ujian Sarjana serta untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis juga menyadari tidak sedikit kendala dan halangan yang dihadapi penulis. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Namun berkat bantuan dan kontribusi dari berbagai pihak maka penulisan dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktunya.

Selama belajar di program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, penulis mendapat banyak ilmu dan pelajaran yang bermanfaat bagi kehidupan serta wawasan penulis. Dalam proses pembuatan skripsi ini, penulis banyak dibantu, dan diberi arahan, dukungan, serta semangat oleh orang – orang disekitar penulis.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

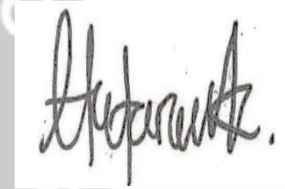
1. Tuhan Yesus Kristus atas penyertaanNya yang terus diberikan sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini
2. Orang tua tercinta : Bapak Jenus Hutauruk dan Ibu Pinitta Dermawan Br. Sinaga yang terus memberikan dukungan, doa dan harapan yang diberikan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Tidak lupa juga untuk abang dan kedua kakak saya tersayang Freddy, Evalina, dan Mafani yang selalu memberikan dukungan dan memenuhi segala kebutuhan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A, selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia.
4. Dicky Antonius S.T., M.Sc. selaku Dekan dan Chandra Christianti Purnomo S.T., M.T. sebagai Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.
5. Ir. Budiarto M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang selalu mendukung dan memberikan arahan, masukan, motivasi serta semangat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan meluangkan waktunya dan para Bapak dan Ibu Dosen sudah memberikan ilmu pendidikan untuk penulis dapat membentuk karakter dalam berpendidikan.
6. Dicky Antonius S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang selalu memberikan waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.

7. Ir. Surjo Abadi M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang selalu memberi waktu, nasihat, dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen program Studi Teknik Mesin dan Seluruh staf Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia yang ikut serta membantu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan skripsi ini. Tanpa bantuan para beliau penulis tidak bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik, semoga ilmu dan pengalaman yang diberikan dapat didedikasikan untuk kesuksesan penulis di hari-hari yang akan datang.
9. Keluarga besar Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia, terima kasih atas dukungan dan kebesarmaannya.
10. Teman – teman mahasiswa Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia angkatan 2018.
11. Gerakan Bawah Tanah (Susil, Ceri, Steven, Agripa, Rici, Rikki, dan teman yang sudah hidup dengan damai selamanya Alm. Sihar).
12. Teman seperjuangan yang sedang mengambil Tugas Akhir Agripa dan Samuel yang selalu ada dalam bertukar pikiran dan selalu memberi dorongan semangat dalam mengerjakan. Terkhusus untuk Steven, Riki dan Daniel yang senantiasa yang selalu ada dalam bertukar pikiran dan selalu memberi dorongan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
13. *Ego Bellus Esport* yang sudah memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir.

14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Kiranya penelitian ini bermanfaat, serta memberikan ilmu yang baru dan lebih lagi bagi pembaca. Akhir kata, dengan segala rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Tuhan memberkati.

Jakarta



(Ronaldo Reagen Hutauruk)



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	II
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	III
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	IV
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL.....	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
ABSTRAK.....	XV
<i>ABSTRACT</i>	XVI
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 TUJUAN PENELITIAN	2
1.5 JADWAL KEGIATAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II.....	6
DASAR TEORI	6
2.1 PERKEMBANGAN MANUFAKTUR	6
2.2 3D PRINTER.....	6
2.3 PARAMETER PADA MESIN 3D PRINTING	8
2.4 MEKANISME PADA MESIN 3D PRINTING	9
2.5 RAPID PROTOTYPING TIPE <i>FUSED DEPOSITION MODELLING</i> (FDM)	10
2.6 JENIS – JENIS FILAMENT PADA 3D PRINTER	13
2.6.1 PLA (<i>Polylactic acid</i>)	13
2.6.2 HIPS (<i>High Impact Polystyrene</i>).....	14
2.6.3 ABS (<i>Acetonitrile Butadiene Styrene</i>).....	15
2.6.4 PVA (<i>Polyvinyl Alcohol</i>).....	16
2.6.5 Nylon.....	17
2.6.6 PETG (<i>Glycol-modified Polyethylene Terephthalate</i>).....	18
2.6.7 TPU (<i>Thermoplastic Polyurethane</i>).....	19
2.6.8 ASA (<i>Acrylonitrile Styrene Acrylate</i>).....	19
2.7 KEKASARAN PERMUKAAN (<i>SURFACE ROUGHNESS</i>)	20

BAB III	25
METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	25
3.2 BENTUK SPESIMEN	26
3.3 BAHAN PENELITIAN	27
3.4 ALAT PENELITIAN	28
3.4.1 3D printer Creatly 105S.....	28
3.4.2 Klip Plastik	28
3.4.3 Spidol.....	29
3.4.4 Masking tape.....	29
3.4.5 Laptop	30
3.4.6 Jangka Sorong Digital.....	30
3.4.7 Software Onshape Web	31
3.4.8 Ultimaker Cura 5.1.1	31
3.4.9 Pengujian Kekasaran.....	32
3.5 Metode Eksperimen	33
 BAB IV	 34
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 UKURAN ACTUAL PADA BALOK, SEGITIGA, LINGKARAN.....	34
4.2 HASIL PENGUKURAN KEAKURATAN SPESIMEN SETELAH DICETAK.....	34
4.3 HASIL NILAI PENGUJIAN SURFACE ROUGHNESS.....	45
4.3.1 <i>Horizontal</i>	46
4.3.2 <i>Vertical</i>	52
 BAB V.....	 60
PENUTUP.....	60
5.1 KESIMPULAN	60
5.2 SARAN	60
 DAFTAR PUSTAKA	 61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standarisasi simbol nilai mutlak kekasaran	23
Tabel 4. 1 Ukuran Jenis Bentuk Balok	34
Tabel 4. 2 Ukuran Jenis Bentuk Segitiga	34
Tabel 4. 3 Ukuran Jenis Bentuk Lingkaran.....	34
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Jenis Bentuk Balok.....	35
Tabel 4. 5 Perhitungan Luas Penampang Balok 1400 mm^2	38
Tabel 4. 6 Perhitungan Luas Penampang Segitiga.....	39
Tabel 4. 7 Perhitungan Luas Penampang Lingkaran	39
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Jenis Bentuk Segitiga	40
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Jenis Bentuk Lingkaran	43
Tabel 4. 10 Hasil pengukuran Ra.....	46
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Rz.....	48
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Rq	50
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Vertical Ra.....	52
Tabel 4. 14 Hasil Pengukuran Rz.....	55
Tabel 4. 15 Hasil Pengukuran Rq	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur kegiatan	4
Gambar 2. 1 Ilustrasi teknik FDM	12
Gambar 2. 2 Ilustrasi nozzle head	12
Gambar 2. 3 Ilustrasi parameter proses ekstrusi FDM.....	13
Gambar 2. 4 Filament PLA	14
Gambar 2. 5 Filament HIPS	15
Gambar 2. 6 Filament ABS.....	16
Gambar 2. 7 Filament PVA.....	17
Gambar 2. 8. Filament Nylon.....	18
Gambar 2. 9. Filament PETG.....	18
Gambar 2. 10. Filament TPU	19
Gambar 2. 11. Filament ASA.....	20
Gambar 2. 12. Profil permukaan kekasaran vertical	22
Gambar 2. 13. Profil permukaan kekasaran horizontal.....	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3. 2 Desain Bentuk Lingkaran.....	26
Gambar 3. 3 Desain Awal Segitiga.....	26
Gambar 3. 4 Desain Awal 70x20 mm.....	26
Gambar 3. 5 Desain Awal 100x40 mm.....	27
Gambar 3. 6 Desain Awal 120x60 mm.....	27
Gambar 3. 7 Filament PLA+	27
Gambar 3. 8 Klik Plastik.....	28
Gambar 3. 9 Spidol Artline 500	29

Gambar 3. 10 Masking Tape	29
Gambar 3. 11 Spesifikasi Laptop	30
Gambar 3. 12 Jangka Sorong Digital	30
Gambar 3. 13 Tampilan Awal Onshape Web	31
Gambar 3. 14 Tampilan Awal Ultimaker Cura	31
Gambar 3. 15 Alat uji Surface Roughness	32
Gambar 4. 1. Grafik Nilai Kesalahan Panjang Balok	36
Gambar 4. 2. Grafik Nilai Kesalahan Lebar Balok	37
Gambar 4. 3. Grafik Nilai Kesalahan Tebal Balok	38
Gambar 4. 4. Grafik Perbandingan Luas Penampang Balok 1400 mm ² , Lingkaran Dan Segitiga	40
Gambar 4. 5 Grafik kesalahan ukuran alas pada jenis bentuk segitiga	41
Gambar 4. 6 Grafik Ukuran Kesalahan Tinggi Segitiga	42
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Kesalahan Tebal Segitiga	43
Gambar 4. 8. Grafik Nilai Kesalahan Diameter Lingkaran	44
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Kesalahan Tebal Lingkaran	45
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Kekasaran Ra	48
Gambar 4. 11 Grafik Kekasaran Vertical	54

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh hasil cetak *3D printing* bentuk geometris yang berbeda dan luas penampangnya terhadap kekasaran objek cetakan 3D menggunakan bahan PLA+. Rancangan jenis bentuk dibuat menggunakan *Onshape* lalu *dislicing* pada *Ultimaker Cura 5.3.0*. Penelitian dilakukan dengan membuat sampel dengan berbagai bentuk: segitiga, balok, dan lingkaran. Bentuk balok dibagi menjadi tiga variasi luas penampang: 1400 mm^2 , 4000 mm^2 dan 7200 mm^2 . Parameter yang digunakan pada jenis bentuk dengan *nozzle temperature* 200°C dan *Print Speed* 100 mm/s dan *temperature bed* yang digunakan 60°C dengan menggunakan enam jenis *infill pattern* : *Concentric*, *Line*, *Grid*, *Cubic*, *Zigzag*, dan *Quartet Cubic*. Hasil cetak diukur menggunakan jangka sorong digital dengan ketelitian dua angka dibelakang koma, sedangkan mengukur kekasaran diukur menggunakan *Surface Roughness Tester SJ-301*. Pengukuran ketelitian luas penampang diketahui bahwa bentuk lingkaran memiliki tingkat ketelitian paling rendah dengan nilai penyimpangan sebesar 2.10%, diikuti oleh bentuk segitiga dan balok dengan nilai simpangan masing-masing sebesar 1.55% dan 1,14%. Namun, bentuk segitiga menunjukkan nilai kekasaran paling rendah di antara bentuk lainnya, berukuran $1,75 \mu\text{m}$. Penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan luas penampang cenderung menghasilkan permukaan akhir yang lebih kasar.

Kata Kunci : *3D printing*, Jenis Bentuk, *infill pattern*, Kekasaran Permukaan, PLA+

ABSTRACT

This research aims to investigate the influence of different geometric shapes and cross-sectional areas in 3D printing on the surface roughness of PLA+ material. The design of various shapes was created using Onshape and then sliced using Ultimaker Cura 5.3.0. The study involved creating samples with different shapes, namely triangles, cubes, and circles. The cube shape was further divided into three variations of cross-sectional areas: 1400 mm², 4000 mm², and 7200 mm². Parameters for the different shapes included a nozzle temperature of 200°C, a print speed of 100 mm/s, and a bed temperature of 60°C. Six types of infill patterns were used: Concentric, Line, Grid, Cubic, Zigzag, and Quartet Cubic. The printed results were measured using a digital caliper with two decimal precision, while surface roughness was measured using the SJ-301 Surface Roughness Tester. Precision measurements of cross-sectional areas revealed that the circular shape exhibited the lowest precision level with a deviation of 2.10%, followed by the triangle and cube shapes with deviations of 1.55% and 1.14%, respectively. However, the triangle shape demonstrated the lowest roughness value among the shapes, measuring 1.75 μm. The research also indicated that an increase in cross-sectional area tended to result in a rougher final surface.

Keywords : 3D Printing; Shape Type; Infill Pattern; Surface Roughness; PLA+