



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN MONITORING
TEMPERATURE *NOZZLE* DAN *HOTBED* UNTUK
MENGOPTIMALKAN HASIL CETAKAN 3D
*PRINTING***

***DESIGNING OF NOZZLE AND HOTBED
TEMPERATURE MONITORING TO OPTIMIZE 3D
PRINTING RESULTS***

Oleh :

RICKY EKO SAPUTRA
NIM. 20.01.01.027

Dosen Pembimbing :

NOVITA ASMA ILAHI, S.Pd., M.Si.
NIP. 199211052019032021

ZAENURROHMAN, S.T., M.T.
NIP. 198603212019031007

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN MONITORING
TEMPERATURE *NOZZLE* DAN *HOTBED* UNTUK
MENGOPTIMALKAN HASIL CETAKAN 3D
*PRINTING***

***DESIGNING OF NOZZLE AND HOTBED
TEMPERATURE MONITORING TO OPTIMIZE 3D
PRINTING RESULTS***

Oleh :

RICKY EKO SAPUTRA
NIM. 20.01.01.027

Dosen Pembimbing :

NOVITA ASMA ILAHI, S.Pd., M.Si.
NIP. 199211052019032021

ZAENURROHMAN, S.T., M.T.
NIP. 198603212019031007

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MONITORING TEMPERATURE *NOZZLE*
DAN *HOTBED* UNTUK MENGOPTIMALKAN HASIL
CETAKAN 3D *PRINTING*

Oleh :

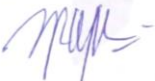
Ricky Eko Saputra
20.01.01.027

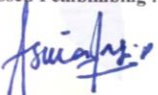
Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
di
Politeknik Negeri Cilacap

Disetujui oleh


Penguji Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :


1. Fadhillah Hazrina, S.T., M. Eng.
NIP. 199007292019032026


1. Novita Asma Ilahi, S.Pd., M.Si.
NIP. 199211052019032021


2. Muhamad Yusuf, S.ST., M.T.
NIP. 198604282019031005


2. Zaenurrohman, S.T., M.T.
NIP. 198603212019031007



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Ricky Eko Saputra
NIM : 20.01.01.027

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Cipta Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“RANCANG BANGUN MONITORING TEMPERATURE *NOZZLE* DAN *HOTBED* UNTUK MENGOPTIMALKAN HASIL CETAKAN 3D *PRINTING*”

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di Internet atau media lain untuk kepentingan akademik tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 22 Agustus 2023

Yang menyatakan,

(Ricky Eko Saputra)
NIM.20.01.01.027

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli penulis sendiri baik dari alat (*hardware*), program, dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari Laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelas yang diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi ini.

Cilacap, 22 Agustus 2023
Yang menyatakan,

(Ricky Eko Saputra)
NIM. 20.01.01.027

ABSTRAK

Kegiatan industri kreatif yang terkait dengan seni dan aplikasi teknologi menjadi salah satu sumber kekuatan masyarakat ekonomi kreatif. *Printer* 3D sangat tepat dan penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi kreatif industri kecil menengah untuk memperlancar kegiatan produksinya. Saat ini, *3D printing* menjadi teknologi yang semakin populer dan digunakan di berbagai bidang, mulai dari industri hingga pendidikan. Rancang bangun Teknologi 3D Printing merupakan proses pencetakan 3D, kualitas hasil cetakan sangat bergantung pada sejumlah faktor, dan salah satu faktor yang sangat krusial adalah pengendalian suhu pada nozzle (nozle) dan hotbed (tempat cetakan). Suhu yang tepat dan konsisten pada dua elemen ini merupakan kunci untuk menghindari masalah seperti kesalahan cetakan, penyusutan material yang tidak terkontrol, dan hasil cetakan yang tidak konsisten. Seiring dengan kemajuan teknologi cetakan 3D, permintaan akan produk yang lebih kompleks dan akurat semakin meningkat. Dalam pencetakan 3D, nozzle berperan dalam menyemprotkan material cair atau serbuk menjadi lapisan demi lapisan untuk membentuk objek. Monitoring 3D printing dengan pemantauan suhu untuk nozzle dan hotbed, faktor-faktor seperti respons waktu, akurasi, dan stabilitas sangatlah penting. Sistem pemantauan yang canggih harus mampu mendeteksi perubahan suhu dalam waktu nyata. Pemantauan suhu dilakukan dengan menggunakan sensor suhu dalam proses pencetakan. Sistem pemantauan dibuat Berdasarkan hasil pengujian alat, alat yang dirancang dapat berfungsi untuk memonitor suhu nozzle dan hotbed, sehingga suhu tetap stabil pada 200 °C untuk nozzle dan 70 °C untuk hotbed. Berdasarkan hasil pengujian alat, cetakan 3D printing yang terbaik yaitu dengan suhu nozzle sebesar 200 °C dan suhu hotbed sebesar 70 °C. Berdasarkan hasil pengujian alat, dengan menjaga suhu nozzle dan suhu hotbed tetap stabil, Kestabilan suhu juga memastikan bahwa bahan cetakan dapat mengalir dengan lancar melalui nozzle, menghasilkan cetakan yang sesuai dengan desain yang diinginkan.

Kata Kunci: 3D Printing, Filament, Akurasi, Sensor Suhu, Nozzle, Hotbed

ABSTRACT

Creative industry activities related to art and technology applications are a source of strength for the creative economy community. 3D printers are very precise and important to support the growth of the creative economy of small and medium industries to expedite their production activities. Currently, 3D printing is becoming an increasingly popular technology and is used in various fields, from industry to education. 3D Printing Technology Design is a 3D printing process, the quality of the printed results is very dependent on a number of factors, and one of the most crucial factors is temperature control at the nozzle and hotbed. Precise and consistent temperatures in these two elements are the key to avoiding problems such as mold errors, uncontrolled material shrinkage, and inconsistent print results. As 3D printing technology advances, the demand for more complex and accurate products is increasing. In 3D printing, the nozzle plays a role in spraying liquid or powder material layer by layer to form objects. Monitoring 3D printing With temperature monitoring for nozzles and hotbeds, factors such as response time, accuracy and stability are very important. Sophisticated monitoring systems must be able to detect changes in temperature in real time. Temperature monitoring is carried out using a temperature sensor in the printing process. A monitoring system was made. Based on the test results of the tool, the tool is designed to function to monitor the nozzle and hotbed temperature, so that the temperature remains stable at 200 °C for the nozzle and 70 °C for the hotbed. Based on the results of tool testing, the best 3D printing prints are with a nozzle temperature of 200 °C and a hotbed temperature of 70 °C. Based on the results of tool testing, by keeping the nozzle temperature and hotbed temperature stable, temperature stability also ensures that the molded material can flow smoothly through the nozzle, producing molds according to the desired design.

Keywords: 3D Printing, Filament, Accuracy, Temperature Sensor, Nozzle, Hotbed

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya. Aamiin. Atas kehendak Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“RANCANG BANGUN MONITORING TEMPERATURE NOZZLE DAN HOTBED UNTUK MENGOPTIMALKAN HASIL CETAKAN 3D PRINTING”

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaannya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.

Cilacap, 22 Agustus 2023

Ricky Eko Saputra
(Penulis)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Kedua orang tua Alm. Bapak Subhan dan Ibu Kusmirah, yang senantiasa memberikan dukungan baik secara materiil, doa dan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
- 3) Bapak Muhamad Yusuf, S.ST., M.T., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekatronika, saya ucapkan terima kasih kepada beliau yang telah memberi motivasi, memberi nasehat, bimbingan dan mengayomi dengan baik dan bijaksana.
- 4) Ibu Novita Asma Ilahi, S.Pd., M.Si. selaku pembimbing I Tugas Akhir, saya ucapkan terima kasih kepada beliau yang telah membimbing, memotivasi, memberi masukkan beserta solusi alat dan perbaikan laporan.
- 5) Bapak Zaenurrohman, S.T., M.T., sebagai pembimbing II Tugas Akhir, saya ucapkan terima kasih kepada beliau yang telah memberi masukan dan solusi untuk masalah yang saya hadapi.
- 6) Seluruh dosen Prodi Teknik Elektronika, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 7) Teman-teman Politeknik Negeri Cilacap yang selalu menemani perjalanan dalam pembelajaran mencari ilmu untuk kebaikan masa depan.
- 8) Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi kontribusi positif dalam bentuk apapun itu.
- 9) Yang terakhir, terima kasih kepada diriku yang sudah berjuang sampai ke titik ini. Sekarang bukanlah ujung perjuangan tetapi awal dari fase perjuangan berikutnya.

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal'alamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	8
2.2.2 RAMPS 1.6 <i>Shield</i>	9
2.2.3 Motor Stepper Nema 17.....	10
2.2.4 Sensor Suhu <i>Thermistor</i>	11
2.2.5 Driver A4988.....	12
2.2.6 <i>Power Supply</i>	13
2.2.7 Piezoelectric ceramic sensor vibration.....	13
2.2.8 <i>Extruder</i>	14
2.2.9 Lcd Display Smart Controller.....	16
2.2.10 Limit Switch.....	16
2.2.11 Fillament PLA.....	17

2.2.12	Modul SD Card.....	18
2.2.13	Ultimaker Cura	19
2.2.14	Mikrokontroler Arduino Nano.....	20
BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM.....		21
3.1.	Analisis Kebutuhan.....	21
3.2.	Blok Diagram.....	23
3.3.	Flowchart	24
3.4.	Perancangan Rangkaian Elektronika.....	25
3.4.1	Perancangan Rangkaian Elektronika Sistem	26
3.5.	Perancangan Desain Mekanik	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Pengujian Monitoring Suhu Layar Smart LCD.....	31
4.2	Pengujian Kestabilan Suhu Nozzle dan Suhu Hotbed	33
4.3	Pengujian Pembuatan Part Kubus.....	34
4.3.1	Pengujian Dengan Variasi Suhu Nozzle	35
4.3.2	Pengujian Dengan Variasi Hotbed	37
4.4	Pengujian Pembuatan Part Kotak	38
4.4.1	Pengujian Dengan Variasi Suhu Nozzle	38
4.4.2	Pengujian Dengan Variasi Suhu Hotbed.....	40
4.5	Pengujian Pembuatan Part Logo PNC Nozzle	41
4.5.1	Pengujian Dengan Variasi Suhu Nozzle	41
4.5.2	Pengujian Dengan Variasi Suhu Hotbed	43
4.6	Pengujian Pembuatan Part Kata PNC Nozzle	44
4.6.1	Pengujian Dengan Variasi Suhu Nozzle	45
4.6.2	Pengujian Dengan Variasi Suhu Hotbed	47
4.7	Pengujian Pembuatan Part Jajar Genjang.....	48
4.7.1	Pengujian Dengan Variasi Suhu Nozzle	48
4.7.2	Pengujian Dengan Variasi Suhu Hotbed	51
4.8	Pengujian Pembuatan Part Tabung.....	52
4.8.1	Pengujian Dengan Variasi Suhu Nozzle	52
4.8.2	Pengujian Dengan Variasi Suhu Hotbed	54
BAB V.....		57
PENUTUP		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN A		A-1
LAMPIRAN B		B-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler Arduino Mega	8
Gambar 2. 2 Ramps 1.6.....	9
Gambar 2. 3 Motor Stepper.....	10
Gambar 2. 4 Sensor Suhu Thermistor.....	11
Gambar 2. 5 Driver A4988	12
Gambar 2. 6 Power Supply	13
Gambar 2. 7 Piezoelectric ceramic sensor vibration	14
Gambar 2. 8 Extruder.....	15
Gambar 2. 9 Lcd Display Smart Controller.....	16
Gambar 2. 10 Limit Switch	17
Gambar 2. 11 Filament PLA	18
Gambar 2. 12 Modul SD Card	19
Gambar 2. 13 Ultimaker Cura.....	19
Gambar 2. 14 Mikrokontroler Arduino Nano	20
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	23
Gambar 3. 2 Flowchart.....	25
Gambar 3. 3 Rangkaian Keseluruhan	26
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Suhu dan modul SD Card	27
Gambar 3. 5 Tampak Depan.....	27
Gambar 3. 6 Tampak Belakang	28
Gambar 3. 7 Tampak Samping Kanan.....	28
Gambar 3. 8 Tampak Samping Kiri	28
Gambar 3. 9 Sensor Getar Piezoelectric	29
Gambar 3. 10 Extruder Tampak Samping	29
Gambar 3. 11 Proses Cetak Desain 3D printing	29
Gambar 3. 12 Power Supply	30
Gambar 4. 1 Rancangan Mekanik Saat Pengujian	31
Gambar 4. 2 Tampilan Layar Awal Pembuatan Desain	32
Gambar 4. 3 Tampilan Layar Selesai Pembuatan Desain	33
Gambar 4. 4 Hasil Cetak yang telah dibuat	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Mega	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Ramps 1.6	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi Motor Stepper.....	11
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Suhu Thermistor	11
Tabel 2. 5 Spesifikasi Driver A4988.....	12
Tabel 2. 6 Spesifikasi Power Supply	13
Tabel 2. 7 Spesifikasi Piezoelectric Ceramic Sensor Vibration	14
Tabel 2. 8 Spesifikasi Extruder.....	15
Tabel 2. 9 Spesifikasi Lcd Display Smart Controller	16
Tabel 2. 10 Spesifikasi Limit Switch	17
Tabel 2. 11 Spesifikasi Filament PLA.....	18
Tabel 2. 12 Spesifikasi Modul SD Card.....	19
Tabel 2. 13 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Nano.....	20
Tabel 4. 1 Warming Up Suhu Nozzle dan Suhu Hotbed.....	31
Tabel 4. 2 Kestabilan Suhu Nozzle dan Suhu Hotbed.....	33
Tabel 4. 3 Hasil Pembuatan Part Kubus Nozzle	35
Tabel 4. 4 Hasil Pembuatan Part Kubus Hotbed.....	37
Tabel 4. 5 Hasil Pembuatan Part Kotak Nozzle.....	38
Tabel 4. 6 Hasil Pembuatan Part Kotak Hotbed	40
Tabel 4. 7 Hasil Pembuatan Part Logo PNC Nozzle	41
Tabel 4. 8 Hasil Pembuatan Part Logo PNC Hotbed.....	43
Tabel 4. 9 Hasil Pembuatan Part Kata PNC Nozzle	45
Tabel 4. 10 Hasil Pembuatan Part Kata PNC Hotbed.....	47
Tabel 4. 11 Hasil Pembuatan Part Jajar Genjang Nozzle	48
Tabel 4. 12 Hasil Pembuatan Part Jajar Genjang Hotbed	51
Tabel 4. 13 Hasil Pembuatan Part Tabung Nozzle	52
Tabel 4. 14 Hasil Pembuatan Part Tabung Hotbed	54

DAFTAR ISTILAH

- Mikrokontroler : *Integrated circuit* yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data pada sistem tertentu.
- 3D Printing : Proses pembuatan objek tiga dimensi melalui lapisan-lapisan bahan yang dibangun secara bertahap oleh mesin printer 3D.
- Input* : Bagian yang menghubungkan power supply dan komponen terkait dengan sensor suhu dan sensor getar.
- Proses : Bagian yang menghubungkan komponen terkait dengan Arduino Mega dan Ramps 1.6 shield.
- Output* : Bagian yang menghubungkan Proses Arduino Mega dan Ramps 1.6 Shield terkait dengan Stepper X, Stepper Y, Stepper Z, *Heater Hot End* dan *Heater Hot Bed*.
- Set point* : Nilai atau parameter yang ditentukan sebagai target atau titik referensi dalam suatu sistem pengendalian.
- Filament : Bahan mentah berbentuk gulungan yang digunakan dalam printer 3D, biasanya terbuat dari plastik seperti PLA (Polylactic Acid).
- Sensor Suhu : Alat untuk mendeteksi dan mengukur suhu dalam suatu objek atau lingkungan.
- Purwarupa Produk : Model awal atau prototipe produk yang dibuat sebelum produk akhir diproduksi secara massal, untuk pengujian dan evaluasi.
- Akurasi : Tingkat kecocokan antara dimensi atau ukuran objek yang dihasilkan dengan dimensi atau ukuran yang diinginkan atau direncanakan.
- Extruder : Komponen yang memanaskan dan memotong filament pada pencetak 3D.
- Limit Switch : Sensor yang mendeteksi sentuhan atau gerakan benda.
- Diameter Tolerance : Toleransi diameter filament.
- Ultimaker Cura : Perangkat lunak untuk mengonversi data CAD menjadi petunjuk cetak 3D.

DAFTAR SINGKATAN

FLA	: <i>Fused Filament Fabrication</i>
PLA	: <i>Polylactic Acid</i>
ABS	: <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
FDM	: <i>Fused Deposition Modeling</i>
RAMPS	: <i>RepRap Arduino Mega Pololu Shield</i>
NTC	: <i>Negative Temperature Coefficient</i>
IDE	: <i>Integrated Development Environment</i>
PTC	: <i>Positive Temperature Coefficient</i>
I/O	: <i>Input/Output</i>
UVLO	: <i>undervoltage lockout</i>
USB	: <i>Universal Serial Bus</i>
V _{in}	: <i>Input Voltage</i>
GND	: <i>Ground</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
G-CODE	: <i>Geometric Code</i>
GUI	: <i>Graphical User Interface</i>
SD-CARD	: <i>Secure Digital Card</i>
Cura	: <i>Ultimaker Cura</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
PTC	: <i>Positive Temperature Coefficient</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
FRAM	: <i>Ferroelectric Nonvolatile RAM</i>
UART	: <i>Universal Asynchronous Receiver- Transmitter</i>
PLA	: <i>Poly Lactic Acid</i>
SD	: <i>Secure Digital</i>
CAD	: <i>Computer-Aided Design</i>
STL	: <i>Stereolithography</i>
AMF	: <i>Additive Manufacturing File Format</i>
IDE	: <i>Integrated Development Environment</i>
SRAM	: <i>Static Random-Access Memory</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A** *Listing Program*
LAMPIRAN B **Gambar Alat Jadi**