MeKanik, Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin *Vol.19, No.1 Mei 2026*
e-ISSN: 3046-8272, p-ISSN: 1979-0708 **(Hal: 33-43)**
Alamat Redaksi : Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Mesin, Jl.Ciptomangunkusumo Kampus Gg.Lipan Samarinda Kalimantan Timur

PERANCANGAN PRINTER 3D DENGAN METODE FUSED DEPOSITION MODELING

3D Printer Desing Using Fused Deposition Modeling Method

Imam[1], Suwarto[2], Ruspita Sihombing[3], Teddy Asta Nugraha[4]

[1,2.3] Dosen Jurusan Teknik Mesin, Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
[4] Mahasiswa, Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
Jl.Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Kota Samarinda
e-mail: [1]imam@polnes.ac.id , [2]suwarto @polnes.ac.id , [3]ruspita_s12@polnes.ac.id, [4]teddy_an27@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 18/03/2026
Diterima dalam bentuk revisi: 27/04/2026
Diteima/publis: 25/05/2026

Kata Kunci :
Fused Deposition Modeling
PLA, Printer 3D

Abstrak

Perkembangan teknologi manufaktur aditif saat ini telah memberikan kemudahan dalam proses pembuatan objek tiga dimensi secara cepat dan presisi. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Fused Deposition Modeling (*FDM), yaitu teknik pencetakan 3D yang menggunakan material termoplastik seperti filamen PLA yang dilelehkan dan disusun lapis demi lapis sesuai desain digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah printer 3D berbasis FDM yang dapat mencetak objek sederhana dengan hasil yang akurat dan stabil. Proses perancangan meliputi desain mekanik rangka, sistem transmisi gerak, pemilihan komponen utama seperti motor *stepper* NEMA 17, hotend, extruder, dan heated bed, serta integrasi sistem kontrol berbasis *G-code.* Pengujian dilakukan dengan mencetak beberapa model uji untuk mengevaluasi dimensi, kestabilan gerakan, dan kualitas hasil cetakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa printer mampu mencetak objek dengan toleransi kesalahan dimensi ±0,5 mm dan menghasilkan permukaan cetakan yang cukup baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa prototipe yang dirancang telah berfungsi sesuai tujuan penelitian.

Abstract

The development of additive manufacturing technology has greatly facilitated the production of three-dimensional objects in a fast and precise manner. One widely used method is Fused Deposition Modeling (FDM), a 3D printing technique that uses thermoplastic materials such as PLA filament, which is melted and deposited layer by layer based on a digital design. This study aims to design and construct an FDM-based 3D printer capable of printing simple objects with accurate and stable results. The design process includes mechanical frame construction, motion transmission systems, selection of main components such as NEMA 17 stepper motors, hotend, extruder, and heated bed, as well as control system integration using G-code commands. Testing was carried out by printing several test models to evaluate dimensional accuracy, motion stability, and print quality. The results show that the printer is capable of producing objects with a dimensional tolerance of ±0.5 mm and relatively good surface quality. It can be concluded that the developed prototype functions properly and meets the objectives of the study.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi pencetakan tiga dimensi (3D) telah mengalami perkembangan yang pesat [1], [2]. Teknologi ini telah digunakan di berbagai bidang seperti manufaktur, pendidikan, kesehatan, dan seni[3]. Salah satu metode pencetakan 3D yang paling umum adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM) [4], [5].

Selain itu, teknologi FDM memiliki kelebihan dalam hal kemudahan operasional dan ketersediaan material cetak yang beragam [6]. Material seperti PLA (*Polylactic Acid*) yang ramah lingkungan dan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) yang tahan panas menjadi pilihan utama dalam aplikasi pencetakan 3D [7]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun printer 3D, Mengidentifikasi dan memilih komponen yang sesuai untuk mendukung fungsionalitas printer 3D serta menguji performa printer 3D [8].

Dalam penelitiannya oleh Frans Jusuf Daywin, 2019 bertujuan untuk merancang mesin 3D Printer dengan menggunakan metode reverse engineering [9]. Penelitian ini menjadi referensi untuk merancang produk serupa dengan penyempurnaan untuk mengurangi kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk [9].

Dari beberapa poin di atas dapat di simpulkan bahwa penelitian saat ini lebih memfokuskan pada merencanakan dan membuat suatu alat mesin 3D Printing. Dari permasalahan tersebut maka penulis memiliki gagasan untuk membuat mesin 3D Printing yang berjudul "**Perrancangan Printer 3D Dengan Metode *Fused Deposition Modeling* Dalam Teknologi *Additive Manufacturing***"

TINJAUAN PUSTAKA

Printer 3D merupakan perangkat yang digunakan untuk mencetak objek tiga dimensi berdasarkan desain digital. Teknologi pencetakan 3D memungkinkan pembuatan objek fisik dengan menambahkan material secara bertahap[10].

Metode pencetakan 3D yang paling umum adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM). Metode ini memanfaatkan material termoplastik seperti PLA (*Polylactic Acid*) atau ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) sebagai bahan dasar [11]. Material ini dipanaskan hingga mencair dan diekstrusi melalui *nozzle,* yang kemudian membentuk lapisan-lapisan objek pada permukaan cetak (*bed*). Proses ini dilakukan secara bertahap hingga objek selesai dicetak [12].

Printer 3d memiliki komponen kontrol utama yaitu motherboard. *Motherboard* adalah papan sirkuit utama (*main circuit board*) dalam sebuah sistem elektronik yang berfungsi sebagai pusat kendali dan penghubung utama seluruh komponen. Dalam konteks komputer dan perangkat *embedded* seperti 3D printer, *motherboard* berfungsi mengendalikan motor *stepper*, mengatur suhu *nozzle* melalui sensor *termistor*, menerjemahkan *G-code* menjadi gerakan pada mesin [13], [14].

G-code adalah bahasa pemrograman yang berisi serangkaian instruksi untuk printer 3D, yang memberi tahu printer cara bergerak, mengekstrusi filamen, dan mengatur suhu untuk membuat objek fisik dari model digital, pembuatan G code menggunakan *Software slicer*[15]. *Software slicer* yang diggunakan dalam printer ini adalah *ultimaker cura*[15].

Ultimaker Cura berfungsi untuk mengetahui alur proses nilai dari 3D model di komputer hingga menjadi benda nyata. Setelah objek 3D diproduksi, kemudian diconvert dalam bentuk file stl supaya dapat melakukan proses slice [16].

Metode yang digunakan dalam pencetakan printer 3D adalah FDM *(Fused Deposition Modeling)* yang melelehkan dan mengekstrusi filamen plastik, SLA *(Stereolithography)* yang menggunakan cahaya UV untuk mengeraskan resin cair, SLS *(Selective Laser Sintering)* yang melelehkan bubuk plastik dengan laser, dan DLP (*Digital Light Processing)* yang

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

menggunakan proyektor digital untuk mengeraskan resin [17]. Metode yang digunakan pada pencetakan printer 3D ini adalah FDM *(Fused Deposition Modeling)* [18] .

Adapun beberapa material yang kompatibel dalam pencetakan jenis *fused deposition modeling* diantaranya adalah :

ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) adalah jenis plastik yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pencetakan 3D. Material ini dikenal karena kekuatan dan ketahanannya yang baik terhadap benturan dan suhu tinggi [19].

PLA (*Polylactic Acid*) adalah jenis plastik yang sering digunakan dalam pencetakan 3D dan terbuat dari bahan yang bersumber dari tanaman, seperti jagung atau tebu. PLA merupakan bahan yang lebih ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami [20]. Keunggulan lain dari PLA adalah titik leleh yang rendah, yang memungkinkan pencetakan pada suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan plastik lain seperti ABS, oleh sebab itu material yang digunakan pada printer 3D ini adalah PLA [21].

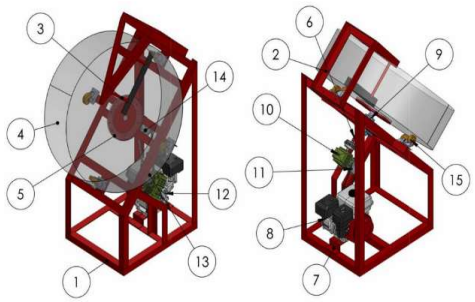
Alat penggerak yang digunakan pada perancangan mesin ini adalah motor *stepper*. Rotornya berhenti pada posisi kutub yang di eksitasi oleh arus yang mengalir pada lilitan. Rotor pada motor biasanya berputar secara kontinu jika motor di nyalakan, tetapi rotor pada motor *stepper* berubah dari posisi diam dengan mengubah eksitasi kutub [22].

Penyedia daya pada alat ini adalah *Power Supply*. *Power supplay* berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi *CNC Controller*, Motor *Stepper*, dan *Tool/Spindle*[23]. Fungsi dasar dari *power supply* adalah merubah tegangan AC menjadi tegangan DC [24].

Untuk menunpu poros beban pada alat maka digunakan bantalan. Bantalan berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak – baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur [25].

METODE PENELITIAN

Gambar 1. Mesin Granulator Pupuk Kompos



Dalam perencanaan mesin ini meliputi beberapa tahapan yaitu :

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

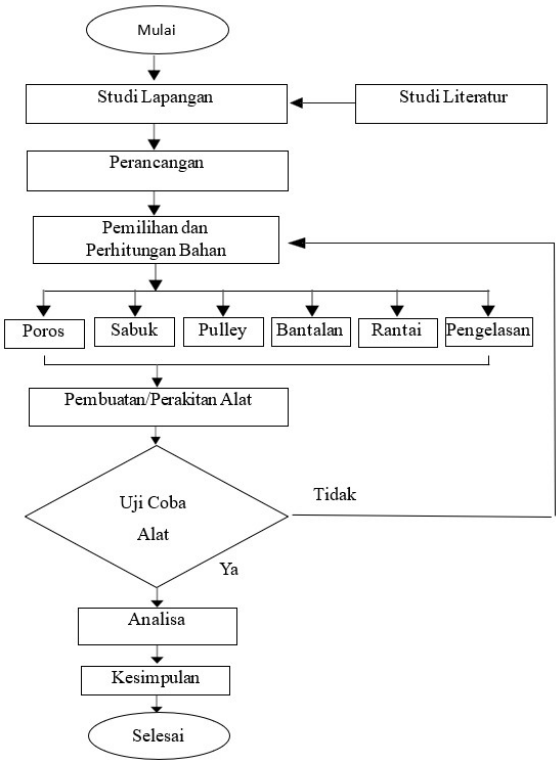
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda dan di lapangan desa Teratak, Kecamatan Muara Kaman, Kalimantan Timur, dari bulan Januari hingga Mei 2024. Pengujian dilakukan secara bertahap selama periode tersebut untuk memastikan pengujian optimal dari mesin granulator yang dirancang.

Prinsip Kerja Alat

Alat utama yang dikembangkan adalah mesin granulator pupuk kompos yang bekerja berdasarkan prinsip mekanis penggilingan dan pengikat partikel secara bersamaan. Mesin ini menggunakan motor bensin yang menggerakkan poros utama melalui sistem pulley dan sabuk, yang kemudian memutar rotor yang berfungsi untuk mencampur dan membentuk partikel pupuk menjadi granul.

Proses kerja alat secara umum meliputi beberapa tahapan utama: bahan organik yang telah dicampur dengan perekat dan air dimasukkan ke dalam ruang granulator; rotor yang berputar akan mengaduk dan menekan bahan, menyebabkan partikel saling merekat dan membentuk granul berukuran tertentu yakni 2-6 mm. Prinsip utamanya adalah mekanisme penggilingan dan pelepasan biji kecil menjadi granul yang stabil, dengan pengendalian kecepatan mesin dan jumlah air untuk mendapatkan kualitas granul yang diinginkan.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal



Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan

Dalam perencanaan alat ini meliputi bebeberapa tahapan yaitu :

Tahapan Persiapan

Persiapan perencanaan rancang bangun mesin granulator pupuk kompos dimaksudkan untuk melakukan studi literatur dan membuat daftar alat dan bahan yang digunakan.

Tahapan Perencanaan

Rancang bangun alat ini dimaksudkan sebagai bahan pembelajaran untuk Mahasiswa Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Politeknik Negeri Samarinda.

Perhitungan Sistem Transmisi

Perhitungan sistem transmisi melibatkan beberapa parameter dan rumus untuk menentukan kinerja dan efisiensi sistem transmisi

n = Motor Penggerak Granulator = 1400 rpm

a. Perhitungan Transmisi dari Motor ke *Gearbox*

Transmisi dari motor ke gearbox bertujuan untuk meredusi putaran motor, sehingga putaran motor sesuai dengan yang di butuhkan, seperti pada rumus berikut:

$$n_2 \times D_1 = n_1 \times D_2$$

$$n_2 = \frac{DP \times N1}{dp}$$

$$n_2 = \frac{76{,}2 \times 1400}{152{,}4}$$

$$n_2 = 700\ Rpm$$

Keterangan :
n = Motor Penggerak
D = Diameter pully

b. Transmisi dari Input Gearbox ke output *Gearbox*

Transmisi dari input gearbox ke output gearbox melibatkan perpindahan daya dan kecepatan putaran melalui sistem gearbox, seperti pada rumus berikut:

$$n_{3=} \frac{n_2}{i}$$

$$n_{3=} \frac{700}{30}$$

$$n_{3=} 23{,}3$$

Keterangan :

n_2 = Putaran masuk dari motor (Rpm)

n_3 = Hasil putaran *input* ke *output gearbox*

i = Rasio *gearbox*

c. Transmisi dari *Output Gearbox* ke Poros Granulator

Transmisi dari output gearbox ke poros granulator menggunakan rantai dan sproket dengan rasio 20 pada output gearbox dan rasio 30 pada poros granulator, seperti pada rumus berikut:

$$n_4 = n_3\ x\ z_1 = n_4\ x\ z_2$$

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

$n_4 = 23{,}3\ x\ 20 = 30$

$n_4 = \frac{466}{30}$

$n_4 = 15{,}3\ Rpm$

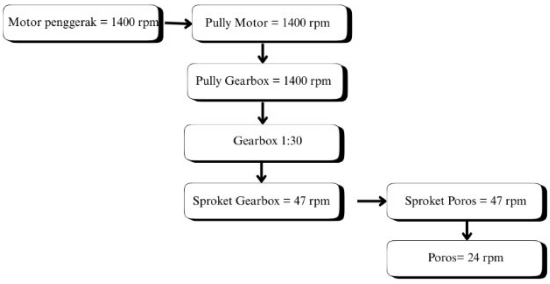
Keterangan :

n_3 = Putaran yang keluar dari $gearbox$

z_1 = Jumlah gigi $sprocket$ 1

z_1 = Jumlah gigi $sprocket$ 2

d. Berikut adalah diagram skematik transmisi mesin granulator pupuk kompos



Gambar 3. Diagram Skematik

Adapun spesifikasi yang diketahui adalah sebagai berikut :

1. Daya Motor (P) : 1,375 X 0.746 Kw = 1,0257 Kw
2. Putaran (N) : 1400 Rpm
3. Putaran (N2) : 700 Rpm
4. Diameter Pulley (Dp) : 3 inch = 76,2 mm
5. Diameter Pulley (dp) : 6 inch = 152,4 mm
6. Faktor Koreksi (Fc) : 1,2
7. Faktor beban momen lentur : 1,5
8. Faktor Koreksi Puntiran (Kt) : 2
9. Faktor Koreksi Lenturan (CB) : 3
10. Faktor Keamanan (Sf1) : 6
11. Faktor Keamanan (Sf2) : 2
12. Bahan Poros : S30C = 48 Kg/ Mm

Perhitungan Poros

a. Menghitung daya rencana Motor Penggerak

Pd = fc. P

Untuk mencari p digunakan rumus dibawah berikut

P = 1,375 x 0.746 kW

P = 1,0257 kW

Pd = 1.2 x 1,0257 kW

Pd = 1,230 Kw

b. Menghitung tegangan geser yang diizinkan

Bahan yang digunakan S-30C dengan kekuatan tarik 48

$$\tau_a = \frac{\sigma B}{(S f 1\ x\ S f 2)}$$

$$\tau_a = \frac{48}{6\ x\ 2}$$

$$\tau_a = \frac{48}{12}$$

$$\tau_a = 4\ k\ g\ /m\ m^2$$

c. Menentukan momen puntir

$$\boldsymbol{T = 9.74\ x\ 10^5\ x\ \frac{pd}{n3}}$$

$$T = 9.74\ x\ 10^5\ x\ \frac{1{,}230\ K\ w}{15{,}3}$$

$$T = 78301\ \text{kgmm}$$

d. Menghitung beban pada poros



Gambar 4. Poros

$\sum$ FY = 0
RA + RB = F1 + F2
RA + RB = 35 + 60,7 = 95,7
= − (35 x 120) – (RB . 50) + F2 . 125 = 0
$= -4200 - R\ \ B\ \ .50 + 7587 = 0$
$=7.587 - -4200$ = 3387 kgmm
RB . 50 = 50 mm
RB $= \frac{3387}{50}$
RB = 67,74 kg
RA + RB = 95,7 kg
RA + 67,74 = 95,7 kg
RA = 95,7 − 67,74 kg
RA = 27,96 kg
$\sum$MA = 0
= −F1 . 120 + −RB . 50 + F2 . 125 = 0
= −35 X 120 + −67,74 X 50 + 60,7 X 125
= 518,214Kg = 0

I. Menentukan Beban Maksimum

MRA = 35 X 120
MRA = 4.200 Kgmm
MRB = 60,7 X 75 Kgmm
MRB = 4.552Kgmm

II. Menentukan Diameter Pada Poros

$d_s = [\left(\frac{5,1}{\tau a}\right) \sqrt{(K_m . M)^2 + (K_t . T)^2}]^{1/3}$

$d_s = [\left(\frac{5,1}{4}\right) \sqrt{(1.5\ x\ \ 4,552)^2 +}$
$(2\ x\ \ 78301)^2]^{1/3}$

d_s = 23 mm = 32 mm (dibulatkan ke 32mm karena diameter bantalan yang dipakai adalah diameter 32 mm).

Perhitungan Sabuk

Motor penggerak (n1) = 1400 RPM
Motor penggerak (n2) = 700 RPM
Diameter pulley penggerak dp = 3 inc = 76,2 mm
Diameter pulley yang digerakkan Dp = 6 inc = 152,4 mm
Jarak sumbu poros c = 350 mm

a. Panjang keliling sabuk

$L = 2.C + \frac{\pi}{2}(dp + Dp) - \frac{1}{4.c}(Dp - dp)^2$

L = 2x350 + $\frac{3.14}{2}$ + (152,4 + 76,2) − $\frac{1}{4x\ 350}$ (76,2 $-152,4)^2$
L= 700 + 1.57 x 228.6 − 4,148
L = 1054,75 mm → **1041 *mm***

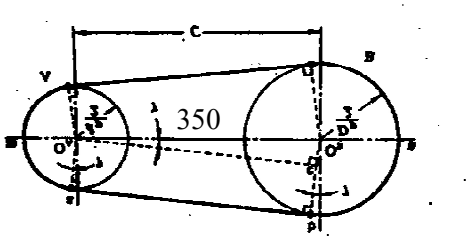
Jadi hasil panjang sabuk yang didapat adalah 1041

b. Sudut kontak

θ=180^0- (57.dp-Dp)/C
θ=180^0- (57.76,2-152,4)/350
θ= 168^0

θ yang diperoleh sebesar 168°, maka sudut kontak yang paling mendekati adalah 169° sehingga didapat K_θ sebesar 0,97.

c. Jarak sumbu poros sebenarnya



Gambar 5. Jarak Sumbu Poros

B = 2.L -3.14 (Dp +dp)
B = 2 x 1041 - 3.14 (76,2 + 152,4)
B = 2082 x 724.08
B = 1507.53 mm
C= (b+√(b^2)-8 〖(Dp-dp)〗 ^2)/8
C= (1507.53+√(〖1507.53 〗 ^2)-8 〖(76,2-152,4)〗 ^2)/8
C = 5429.5mm

d. Menentukan kecepatan sabuk

V = (π.d1.n)/60.1000
V = (3,14 x76,2 x 1400)/60.1000
V = 5574 m/s

e. Menentukan jumlah sabuk yang digunakan

$N = \frac{P_d}{P_o K_o}$

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

$$N = \frac{1{,}230}{1{,}43\ x\ 0{,}97} = 0{,}886 = 1$$

Maka jumlah sabuk yang dianjurkan adalah 1 sabuk.

Perhitungan *Pulley*

Perhitungan *pulley*
Motor Penggerak (n_1) :1400 RPM
Diameter *Pulley* Penggerak (D_p) : 3 inch = 76,2 mm
Diameter *pulley* yang digerakkan (d_p) : 6 inch = 152,4 mm
d_p = 152,4 mm. Dp = 76,2 mm
d_K = 76,2 + 2 . 4,5 = 85,2 mm
d_p = 152,4 + 2 . 4,5 = 161.4 mm
$\boldsymbol{d_B \geq \frac{5}{3}\ x\ 32 + 10 = 63{,}3}$ mm
$\boldsymbol{D_B \geq \frac{5}{3}\ x\ 32 + 10 = 63{,}3}$ mm
B = 20

Perhitungan Bantalan

Perhitungan bantalan melibatkan beberapa parameter dan rumus untuk menentukan kekuatan dan ketahanan bantalan.

Jenis bantalan	= Pillow Block UCF 207
Diameter lingkaran dalam (d)	= 32
Diameter lingkaran luar (D)	= 62
Kapasitas nominal dinamis (C)	= 1250kg (Didapat pada gambar 4.3)
Kapasitas nominal stasis (Co)	= 915kg (Didapat pada gambar 4.3)

a. Menentukan perhitungan dari persamaan:
Fr = T/Db
Fr = 2664.91 / 32
Fr = 83.27 Kg

b. Menentukan beban ekivalen (P)
Berdasarkan perhitungan dari persamaan

$$P = X\ V\ F_r + 0$$

P = 0,56 x 1 x 83.27
P = 46.6 Kg

c. Menentukan faktor kecepatan (Fn)
Berdasarkan perhitungan dari persamaan

$$F_n = (33{,}3/n)^{1/3}$$
$$F_n = (33{,}3/1400)^{1/3}$$
$$F_n = 0{,}287$$

d. Menentukan faktor umur nominal bantalan (F_h)
Berdasarkan perhitungan dari persamaan

$$F_h = F_h\ x\ C/P$$
$$F_h = 0{,}287\ x\ 1250\ kg / 46.6\ kg$$
$$F_h = 7.698\ kg$$

e. Perhitungan umur bantalan (F_h)
Berdasarkan perhitungan dari persamaan

$$L_h = 500 \text{ x } F_h^3$$
$$L_h = 500\ x\ 7.698^3$$
$$L_h = 2280 \text{ jam}$$

Jika perhari digunakan 8 jam per operasional, maka dapat diketahui umur bantalan untuk mengetahui berapa tahun waktu penggunaan yaitu :

$$L_h = \frac{8\ x\ 365}{2280}$$
$$L_h = 1.2$$

Maka umur bantalan yaitu 1 Tahun 2 Bulan masa pemakaian.

Perhitungan Rantai

a. Diameter lingkar pitch pada pinion
$d_{p1} = p/\sin[\frac{180}{Z1}]$

$$d_{p\ 1} = 12{,}7/s\ \ i\ \ n\ \ [\frac{180}{20}]$$
$$d_{p\ 1} = 81{,}1 \text{ mm}$$
$$d_{p\ 2} = p\ \ /\sin[\frac{180}{Z\ 2}]$$
$$d_{p\ 2} = 12{,}7 / \sin[\frac{180}{30}]$$
$$d_{p\ 2} = 121{,}4 \text{ mm}$$
$$d_{k} = \{0{,}6 + \cot(180^{o} / 20)\}\ x\ \ 12{,}70 = 87{,}88 \text{ mm}$$
$$D_{k} = \{0{,}6 + \cot(180^{o} / 30)\}\ x\ \ 12{,}70 = 128{,}45 \text{ mm}$$
$$d_{B\ m\ a\ x} = 12{,}70\{\cot(180^{o} / 20) - 1\} - 0{,}76 = 66{,}72 \text{ mm}$$
$$D_{B\ m\ a\ x} = 12{,}70\{\cot(180^{o} / 30) - 1\} - 0{,}76 = 107{,}37 \text{ mm}$$

b. Panjang Rantai

$$L_{P} = \frac{Z_{1+Z_2}}{2} 2C_{p} + \frac{[(Z_{2-Z_1})/6{,}28]^2}{C_{p}}$$

$$L_{P} = \frac{20_{+30}}{2} 2.\frac{1200}{12{,}70} + \frac{[(30-20)/6{,}28]^2}{1200/12{,}70} = 47$$

c. Kecepatan rantai V (m/s)

$$v = \frac{p\ .z1.n1}{1000\ x\ 60} =$$
$$v = \frac{12{,}70\ X\ 20\ X\ 1400}{1000\ x\ 60} = 6\ m/s$$

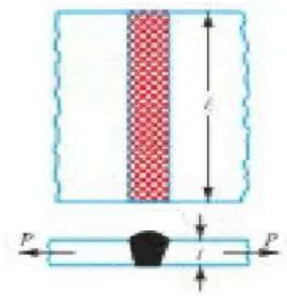
d. Beban yang ditimbulkan sprocket terhadap rantai

$$F = \frac{102\ x\ \ P\ \ d}{v}$$
$$F = \frac{102\ x\ \ 1{,}230}{6} = 20.91\ k\ \ g$$

Perhitungan Pengelasan

Untuk menyambung rangka, digunakan jenis sambungan tetap (pengelasan) jenis las yang digunakan yaitu las SMAW (shield metal welding) dengan menggunakan elektroda LB size 2,6 mm. Adapun analisa perhitungan untuk menentukan kekuatan pengelasan pada rangka. Kekuatan las pada rangka mesin granulator pupuk kompos, Diketahui :

- Kekuatan tarik elektroda LB, Size 2,6 mm = 48 $K\ \ g\ \ m\ m^{2}$
- panjang pengelasan = 50 mm
- Lebar las = 7 mm



Gambar 6. Kekuatan Pengelasan

a. Menentukan Kekuatan Las

$$\frac{F}{A} = \frac{50}{7} = 7.1\ K\ \ g\ \ m\ m^{2}$$

Dari hasil yang didapatkan yaitu $7.1\ K\ \ g\ \ m\ m^{2} < 48\ K\ \ g\ \ m\ m^{2}$, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan las berada dalam kondisi aman.

Analisa Data

Hasil pengujian yang telah diperoleh menjadi hasil perhitungan yang kemudian dianalisa setiap peristiwa-peristiwa yang terjadi pada proses granul. analisa tersebut dijelaskan dalam bentuk grafik dibawah berikut :

a. Hasil pengujian mesin granulator

Hasil pengujian dari mesin granulator didapatkan dari percobaan yang telah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu sebagai berikut :

Uji coba ke	Berat awal pupuk (kg)	Waktu (menit)	Berat akhir pupuk (kg)	Gambar hasil
1	5	10	5	

2	5	15	4,8	
3	5	20	4,6	

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan pupuk granul berdiameter 2–6 mm. Kondisi optimal dicapai dengan penggunaan 1,5 liter air dan 2.500 gram perekat dalam waktu 20 menit. Granul yang dihasilkan memiliki konsistensi padat dan tidak mudah hancur. Desain komponen utama seperti poros, pulley, dan bantalan terbukti mampu menahan beban kerja mesin. Mesin ini dapat menjadi solusi tepat guna bagi petani dalam mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia.



Gambar 7. Hasil Pengujian

Pada Gambar 7 ditunjukkan hasil pengujian menghasilkan pupuk granul berdiameter 2–6 mm. Kondisi optimal dicapai dengan penggunaan 1,5 liter air dan 2.500 gram perekat dalam waktu 20 menit.

Dengan air sebanyak 1,5 liter dan perekat sebanyak 2500 gram, maka hasil yang didapatkan yaitu butiran rata-rata berdiameter 2-6 mm dengan menggunakan sprayer air dan perekat secara perlahan dengan persentase 85% keberhasilan granul yang memasuki ukuran diameter 2-6.

KESIMPULAN

1. Mesin granulator pupuk kompos berhasil dirancang dan diuji sesuai target yaitu menghasilkan granul berdiameter 2–6 mm.
2. Kondisi optimal pengoperasian mesin tercapai dengan penggunaan 1,5 liter air, 2.500 gram perekat, dan waktu 20 menit.
3. Mesin ini berpotensi sebagai inovasi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi produksi pupuk organik dan mengurangi dampak negatif pupuk kimia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Parvanda, P. Kala, and V. Sharma, “Bibliometric Analysis-Based Review of Fused Deposition Modeling 3D Printing Method (1994-2020),” *3D Print. Addit. Manuf.*, vol. 11, no. 1, pp. 383–405, Feb. 2024, doi: 10.1089/3DP.2021.0046;ISSUE:ISSUE:DOI.

[2] A. Cano-Vicent *et al.*, “Fused deposition modelling: Current status, methodology, applications and future prospects,” *Addit. Manuf.*, vol. 47, p. 102378, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ADDMA.2021.102378.

[3] H. Ardeshir, M. Hoseinzadeh, M. B. Limooei, and S. Hosseini, “A scientometrics study and its practical implications for fused deposition modeling,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 99, pp. 217–231, Jul. 2024, doi: 10.1016/J.AEJ.2024.05.009.

[4] H. I. Medellin-Castillo and J. Zaragoza-Siqueiros, “Design and Manufacturing Strategies for Fused Deposition Modelling in Additive Manufacturing: A Review,” *Chinese J. Mech. Eng. 2019 321*, vol. 32, no. 1, pp. 53-, Jun. 2019, doi: 10.1186/S10033-019-0368-0.

[5] C. Naveen Kumar and S. Venkatesan, “A review on the fused deposition modelling of fibre-reinforced polymer composites: Influence of process parameters, pre-processing and post processing techniques,” *Proc. Inst. Mech. Eng. Part L J. Mater. Des. Appl.*, vol. 238, no. 11,

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

pp. 2096–2119, Nov. 2024, doi: 10.1177/14644207241243298;WEBSITE:WEBSITE:SAGE;ISSUE:ISSUE:DOI.

[6] M. Heidari-Rarani, N. Ezati, P. Sadeghi, and M. R. Badrossamay, "Optimization of FDM process parameters for tensile properties of polylactic acid specimens using Taguchi design of experiment method," *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, vol. 35, no. 12, pp. 2435–2452, Dec. 2022, doi: 10.1177/0892705720964560.

[7] K. Shergill, Y. Chen, and S. Bull, "An investigation into the layer thickness effect on the mechanical properties of additively manufactured polymers: PLA and ABS," *Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2023 1267*, vol. 126, no. 7, pp. 3651–3665, Apr. 2023, doi: 10.1007/S00170-023-11270-Y.

[8] V. Chouhan, R. K. Raj Singh, and D. Mudgal, "Optimization of FDM printing parameters for high-speed fabrication of PLA-ABS Bi-layer laminate structures," *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, 2026, doi: 10.1177/08927057261441528;WEBSITE:WEBSITE:SAGE;WGROUP:STRING:PUBLICATION.

[9] F. J. Daywin, D. W. Utama, W. Kosasih, and K. William, "PERANCANGAN MESIN 3D PRINTER DENGAN METODE REVERSE ENGINEERING (Studi Kasus di Laboratorium Mekatronika dan Robotics Universitas Tarumanagara)," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 79–89, Nov. 2019, doi: 10.24912/JITIUNTAR.V7I2.5929.

[10] K. Yogeshwaran and S. Das, "Mechanical properties of fused deposition modelling processed parts: A review," *Mater. Today Proc.*, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.MATPR.2022.12.137.

[11] L. Sandanamsamy *et al.*, "A comprehensive review on fused deposition modelling of polylactic acid," *Prog. Addit. Manuf.*, vol. 8, no. 5, pp. 775–799, Oct. 2023, doi: 10.1007/S40964-022-00356-W.

[12] S. Prajapati, J. K. Sharma, S. Kumar, S. Pandey, and M. K. Pandey, "A review on comparison of physical and mechanical properties of PLA, ABS, TPU, and PETG manufactured engineering components by using fused deposition modelling," *Mater. Today Proc.*, May 2024, doi: 10.1016/j.matpr.2024.05.018.

[13] R. Dyah, A. R. Palupi[1], B. Setiawan, and A. Pracoyo[3], "Kontrol High Speed Extruder pada 3D Printer 2x2x2 Meter Berbasis MCU Bigtree," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 95–104, May 2024, doi: 10.33795/ELKOLIND.V11I1.3516.

[14] Sander Baas, Nessa Carson, and Vittorio Saggiomo, "Hacking 3D printers as laboratory robots," *Digit. Discov.*, vol. 5, no. 4, pp. 1460–1469, Apr. 2026, doi: 10.1039/D5DD00451A.

[15] J. Bryła and A. Martowicz, "Study on the Importance of a Slicer Selection for the 3D Printing Process Parameters via the Investigation of G-Code Readings," *Mach. 2021, Vol. 9, Page 163*, vol. 9, no. 8, p. 163, Aug. 2021, doi: 10.3390/MACHINES9080163.

[16] S. Patil, Y. Deshpande, and D. Parle, "Extracting Slicer Parameters from STL file in 3D Printing," *Int. J. Intell. Syst. Appl. Eng.*, vol. 12, no. 14s, pp. 192–204, Feb. 2024, Accessed: May 17, 2026. [Online]. Available: https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/4654

[17] R. Chaudhary, P. Fabbri, E. Leoni, F. Mazzanti, R. Akbari, and C. Antonini, "Additive manufacturing by digital light processing: a review," *Prog. Addit. Manuf. 2022 82*, vol. 8, no. 2, pp. 331–351, Aug. 2022, doi: 10.1007/S40964-022-00336-0.

[18] A. Kafle, E. Luis, R. Silwal, H. M. Pan, P. L. Shrestha, and A. K. Bastola, "3D/4D Printing of Polymers: Fused Deposition Modelling (FDM), Selective Laser Sintering (SLS), and Stereolithography (SLA)," *Polym. 2021, Vol. 13, Page 3101*, vol. 13, no. 18, p. 3101, Sep. 2021, doi: 10.3390/POLYM13183101.

[19] P. Kumar, P. Gupta, and I. Singh, "Empirical Study on Thermomechanical Properties of 3D Printed Green, Renewable, and Sustainable Acrylonitrile Butadiene Styrene/Polylactic Acid Blended Parts," *J. Mater. Eng. Perform. 2023 3317*, vol. 33, no. 17, pp. 9255–9266, Aug. 2023, doi: 10.1007/S11665-023-08648-0.

[20] X. Wang *et al.*, "Research progress in polylactic acid processing for 3D printing," *J. Manuf. Process.*, vol. 112, pp. 161–178, Feb. 2024, doi: 10.1016/J.JMAPRO.2024.01.038.

[21] M. Kervran, C. Vagner, M. Cochez, M. Ponçot, M. R. Saeb, and H. Vahabi, "Thermal degradation of polylactic acid (PLA)/polyhydroxybutyrate (PHB) blends: A systematic review," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 201, p. 109995, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.POLYMDEGRADSTAB.2022.109995.

[22] X. DongMei, Z. BingJie, Y. SiMiao, and Z. XuHui, "Review on single-phase driven ultrasonic motors," *J. Intell. Mater. Syst. Struct.*, vol. 34, no. 5, pp. 525–535, Mar. 2023, doi: 10.1177/1045389X221121911;SUBPAGE:STRING:ABSTRACT;WEBSITE:WEBSITE:SAGE;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:JIMA;JOURNAL:JOURNAL:JIMA;WGROUP:STRING:PUBLICATION.

[23] D. A. Barkas, G. C. Ioannidis, C. S. Psomopoulos, S. D. Kaminaris, and G. A. Vokas, "Brushed DC Motor Drives for Industrial and Automobile Applications with Emphasis on Control Techniques: A Comprehensive Review," *Electron. 2020, Vol. 9, Page 887*, vol. 9, no. 6, p. 887, May 2020, doi: 10.3390/ELECTRONICS9060887.

[24] A. H. Bhat and P. Agarwal, "Three-phase, power quality improvement ac/dc converters," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 78, no. 2, pp. 276–289, Feb. 2008, doi: 10.1016/J.EPSR.2007.02.002.

[25] K. C. Panda and J. K. Dutt, "Optimum support characteristics for rotor–shaft system with preloaded rolling element bearings," *J. Sound Vib.*, vol. 260, no. 4, pp. 731–755, Feb. 2003, doi: 10.1016/S0022-460X(02)01071-4.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal