

RANCANG BANGUN KONTRUKSI DAN SISTEM GERAK SUMBU PADA MESIN *FUSED DEPOSITION MODELLING*

Jeffrey, Didi Widya Utama dan Soeharsono

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta

e-mail: jeffrey.515120031@stu.untar.ac.id

Abstract: *Fused Deposition Modelling (FDM) is a technology additive manufacture for modelling, prototyping, and production. This technology is one of the techniques used for 3D printers. Our focus is on studying, design machines fused deposition with 3D modeling and simulation with autodesk inventor and other design tools. Design is done by simulating the strength of the construction and then determine the components needed. We are making fused deposition modeling is intended as a prototype in order to understand how it works and how to innovate in the development of fused deposition modeling. The results of the design in the form of a fused deposition modeling that is able to create physical models.*

Key words: *3D printer, Fused Deposition Modelling, Inventor, Prototyping.*

Abstrak: *Fused Deposition Modelling (FDM) adalah sebuah teknologi additive manufacture yang digunakan untuk pemodelan, prototyping, dan produksi. Teknologi ini adalah salah satu teknik yang digunakan untuk 3D printer. Fokus kami adalah mempelajari, mendesain mesin fused deposition modelling dengan model 3D dan simulasi menggunakan autodesk inventor dan perangkat desain lainnya. Desain dan perancangan dilakukan dengan melakukan simulasi kekuatan konstruksi dan kemudian menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan. Pembuatan fused deposition modelling ini bertujuan sebagai prototype agar dapat mengerti cara kerja dan cara melakukan inovasi pada pengembangan fused deposition modelling. Hasil perancangan berupa sebuah mesin fused deposition modelling yang mampu membuat model secara fisik.*

Kata kunci: *3D printer, Fused Deposition Modelling, Inventor, Prototyping.*

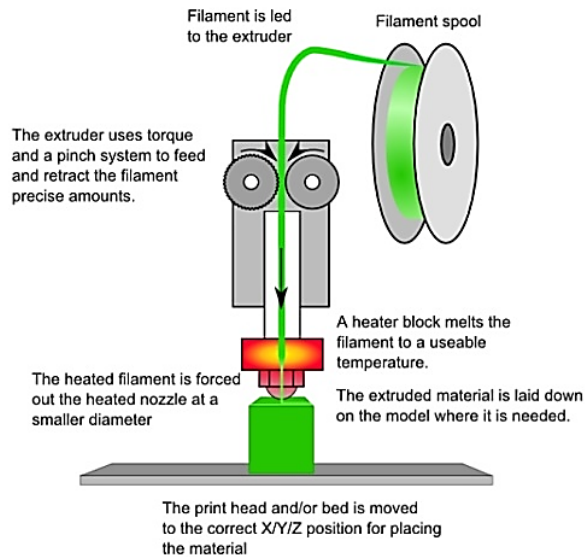
PENDAHULUAN

Industri manufaktur banyak menggunakan *rapid prototyping* untuk membuat *prototype*. Industri manufaktur menggunakan model CAD 3D tersebut kedalam gambar kerja 2D yang berisi informasi produk tersebut dalam proyeksi *orthogonal* dan isometri lalu memproduksi dengan teknik permesinan pada umumnya. Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat dalam pembuatan *prototype* tidak memakan banyak waktu dan biaya dapat terwujud dengan menggunakan mesin *rapid prototyping* yang dapat membuat *prototype* dalam waktu singkat dan biaya rendah. *Additive manufacturing* merupakan salah satu metode dalam teknik *rapid prototyping*, teknologi *fused deposition modelling* merupakan teknologi yang paling mudah diaplikasikan dalam *additive manufacturing*. Dalam makalah ini akan dibahas rancang bangun Mesin *rapid prototyping* berbasis *fused deposition modelling* yang mampu mencetak model 3 Dimensi secara fisik sebesar 150 x 150 x 150 mm. Bahan filament yang digunakan dalam mesin ini menggunakan filament jenis PLA berdiameter 1,75mm.

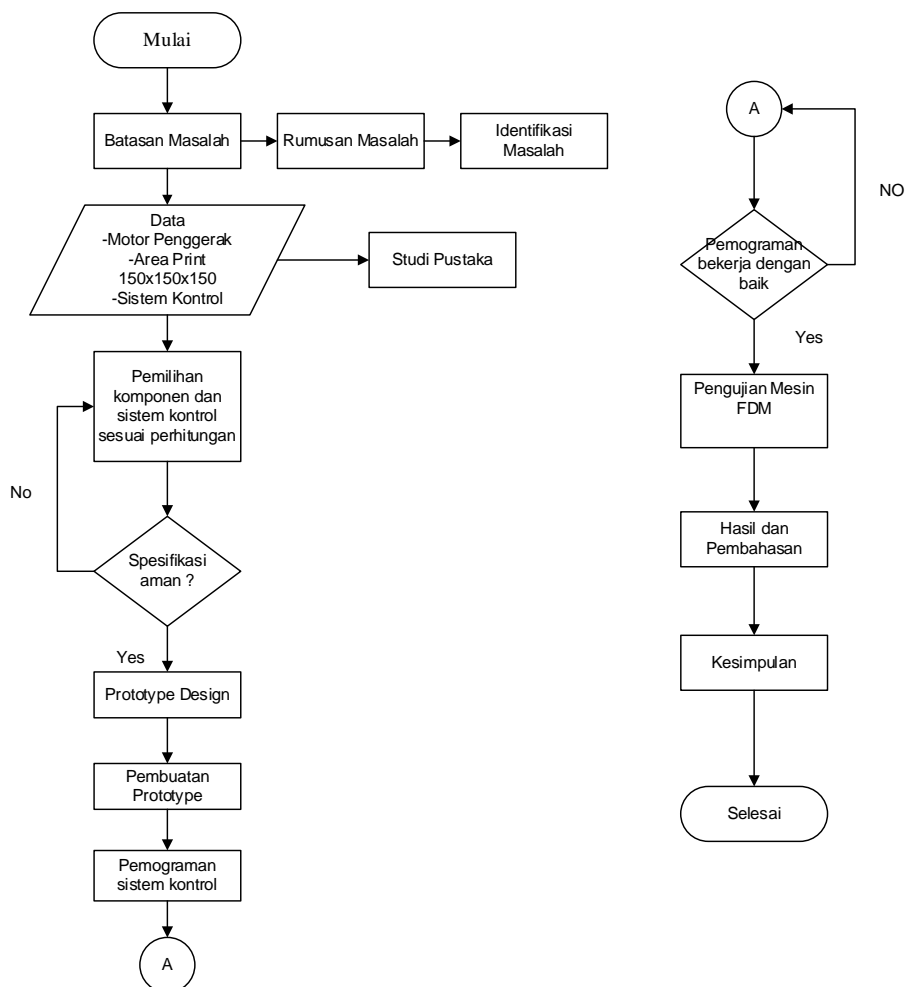
FDM merupakan teknologi *additive manufacture* yang biasa digunakan untuk permodelan, *prototyping*, dan produksi. Sistem kerja FDM dengan *filament* dimasukan ke *nozzle*, *nozzle* dipanaskan untuk melelehkan plastik. *Nozzle* akan berjalan di atas meja sesuai dengan potongan geometrinya, plastik diekstrusi tipis untuk membuat setiap lapisannya, setelah itu plastik akan mengeras setelah dikeluarkan dari *nozzle*.

METODE PENELITIAN

Dalam proses Rancang Bangun Mesin *Fused Deposition Modelling* diperoleh satu model yang akan didesain, dan perancangan wujud dengan menggunakan Autodesk Inventor. Peralatan yang digunakan pada perancangan ini adalah *personal computer* untuk melakukan desain dan *software* Autodesk Inventor untuk melakukan perancangan wujud dari konsep desain alat yang dibuat.



Gambar 1. Proses ekstrusi *filament fused deposition modelling*



Gambar 2. Diagram alir metode perancangan

1. Desain *Lead Screw*

Pitch atau jarak lead screw adalah 2 mm dengan panjang dari motor ke limit switch 200 mm. maka jarak translasi dapat dihitung:

$$\text{Jarak Translasi} = \frac{\text{perpindahan angular} \times \text{pitch}}{\text{besar sudut satu lingkaran penuh}}$$

$$\text{Jarak Translasi} = \frac{1.8^\circ \times 2 \text{ mm}}{360^\circ} = 0,01 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Translasi} = \frac{1000 \times 0,01 \text{ mm}}{\frac{1}{16} \text{ Step}} = 0,625 \text{ mikron}$$

2. Desain Sabuk Penggerak

Standar lebar *timing belt* = 6 mm MXL dengan jarak pitch 2 mm

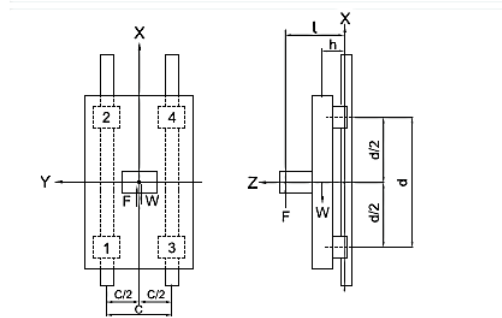
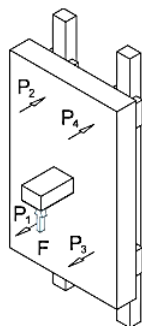
Jarak translasi pada *belt*:

$$\text{Jarak Translasi} = \frac{\text{Pulley circumference} \times \text{perpindahan angular}}{\text{besar sudut satu lingkaran penuh}}$$

$$\text{Jarak Translasi} = \frac{40 \text{ mm} \times 1.8^\circ}{360^\circ} = 0,2 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Translasi} = \frac{1000 \times 0,2 \text{ mm}}{\frac{1}{16} \text{ step}} = 12,5 \text{ mikron}$$

3. Desain Linear Guideway



$$P_1 - P_4 = -\frac{W \cdot h}{2d} + \frac{F \cdot l}{2d}$$

Gambar 3. Rumus Menghitung *Linear Guideway*

Diketahui : $W = 0,054 \text{ kN}$

$h = 4,5 \text{ mm}$

$F = 0,5559 \text{ kN}$ (beban aksial)

$l = 70 \text{ mm}$

$d = 3,5 \text{ mm}$

$$P_1 - P_4 = -\frac{W \cdot h}{2d} + \frac{F \cdot l}{2d}$$

$$P_1 - P_4 = -\frac{0,054 \cdot 4,5}{2 \cdot 3,5} + \frac{0,5559 \cdot 70}{2 \cdot 3,5} = \frac{-0,243 + 38,9}{7} = 5,5 \text{ kN}$$

Faktor statis keamanan :

Diketahui : $C_o = 5,66 \text{ kN}$

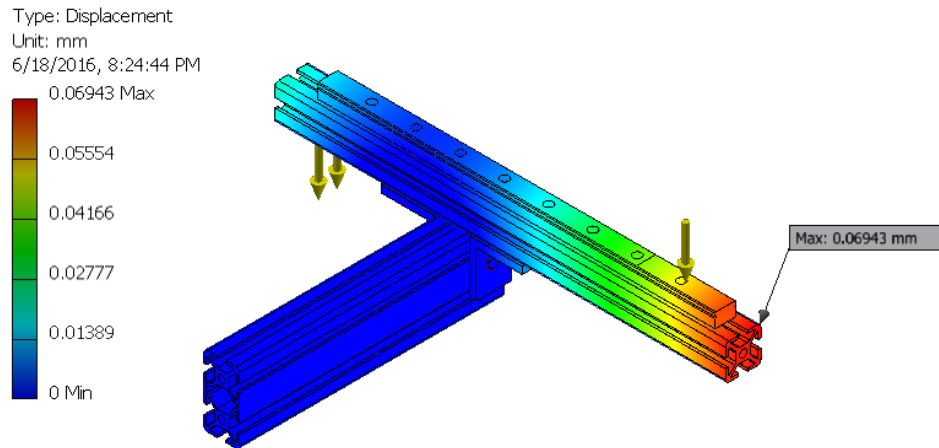
$P = 5,5 \text{ kN}$

$$f_{sl} = \frac{C_o}{P}$$

$$f_{sl} = \frac{5,66}{5,5} = 1,02 \text{ kN}$$

4. Kekuatan Rangka

Simulasi defleksi pada konstruksi yang diberi beban sebesar 1 kg maka didapat defleksi maksimum sebesar 0,7 mm.

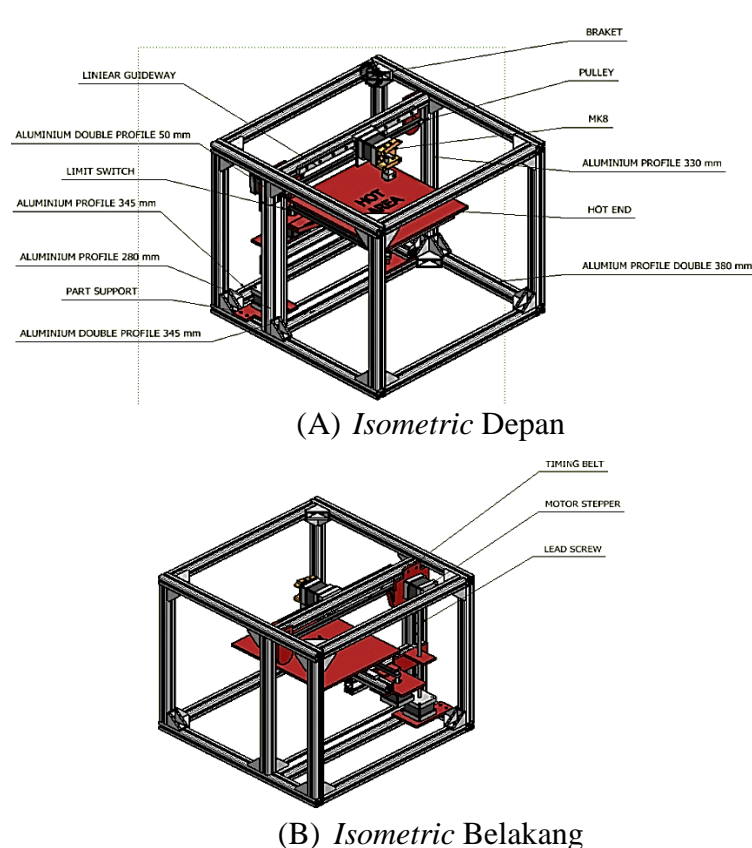


Gambar 4. Defleksi Maksimum

5. Hasil Rancangan Mesin *Rapid Prototype*

Rancangan konstruksi mesin *rapid prototype* sebesar 385 x 380 x 370 mm. Sistem penggerak yang digunakan motor stepper NEMA 17 memiliki resolusi 200 *step per revolution* dan perpindahan angular sebesar $1,8^\circ$.

Mesin *Rapid Prototype* mempunyai 3 sumbu gerak yaitu sumbu X, Y, dan Z. Penggerak sumbu Z menggunakan *lead screw* diameter 9 mm dan pitch 2 mm. sumbu XY menggunakan sabuk penggerak pitch 2 mm dan lebar pitch 6 mm.

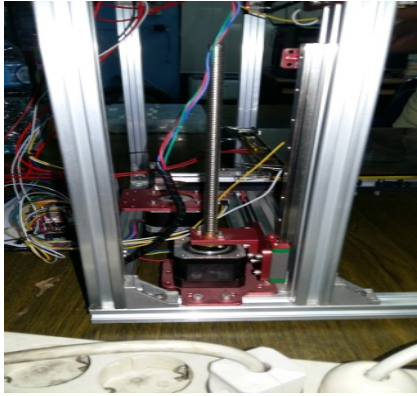
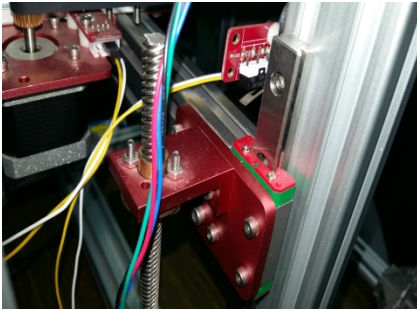
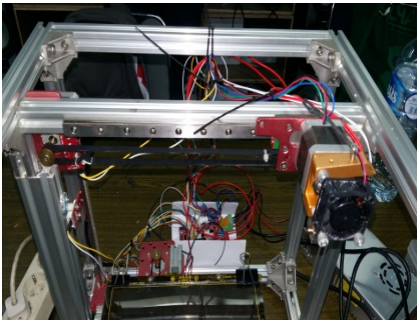
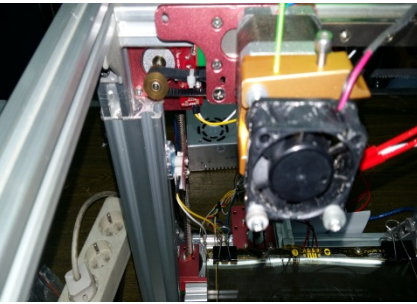
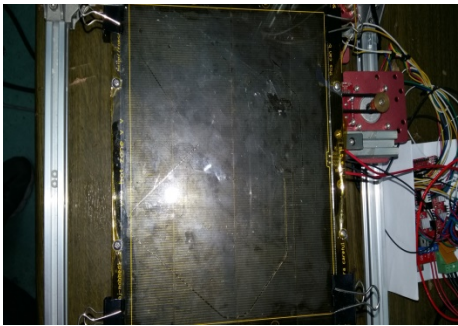


Gambar 5. Hasil Rancangan Mesin *Rapid Prototype*

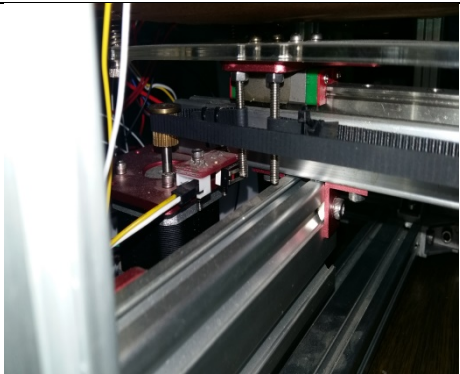
HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pengujian adalah melakukan pengujian gerak sumbu pada mesin *fused deposition modeling*.

Tabel 1. Pengujian Mesin *Fused Deposition Modelling*

Deskripsi Pengujian	Gambar	Penjelasan
Pengujian Posisi Awal Sumbu Z		Posisi awal <i>lead scrow</i> untuk sumbu Z memulai proses menuju ke <i>home</i> , maka akan dimulai dengan tekan tombol <i>start</i> pada <i>software repetier host</i> untuk memerintah sumbu Z kembali ke <i>home</i> .
Pengujian Gerak Vertikal Sumbu Z		Posisi <i>lead screw</i> untuk sumbu Z akan berhenti ketika <i>limit switch</i> atau biasa disebut <i>home</i> tersebut sudah tertekan.
Pengujian Posisi Awal Sumbu X		Posisi awal untuk sumbu X memulai proses menuju ke <i>home</i> , maka akan dimulai dengan tekan tombol <i>start</i> pada <i>software repetier host</i> untuk memerintah sumbu X kembali ke <i>home</i> .
Pengujian Gerak Horizontal Sumbu X		Posisi untuk sumbu X akan berhenti ketika <i>limit switch</i> atau biasa disebut <i>home</i> tersebut sudah tertekan.
Pengujian Posisi Awal Sumbu Y		Posisi awal untuk sumbu Y memulai proses menuju ke <i>home</i> , maka akan dimulai dengan tekan tombol <i>start</i> pada <i>software repetier host</i> untuk memerintah sumbu Y kembali ke <i>home</i> .

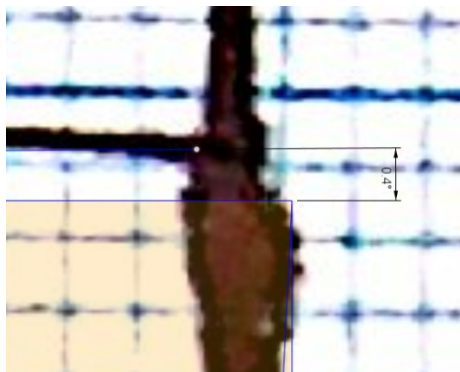
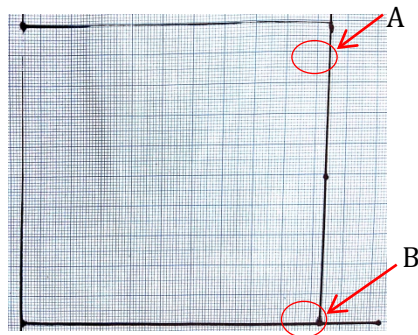
Tabel 1. Pengujian Mesin *Fused Deposition Modelling*

Deskripsi Pengujian	Gambar	Penjelasan
Pengujian Gerak Horizontal Sumbu Y		Posisi untuk sumbu Y akan berhenti ketika <i>limit switch</i> atau biasa disebut <i>home</i> tersebut sudah tertekan.

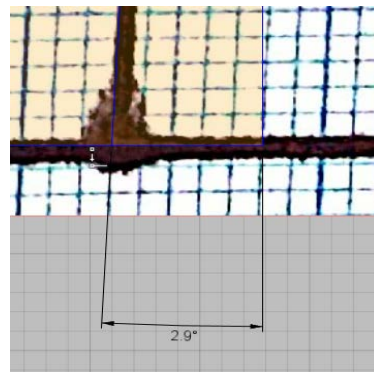
1. Pengujian penyimpangan sumbu gerak:

Dalam pengujian ini dilakukan pergerakan sumbu X dan Y masing-masing sejauh 100mm sehingga gerakan XY tersebut berbentuk bujursangkar. Pada ujung *extruder* dipasangkan *probe* / pena yang digoreskan pada kertas milimeter, lintasan hasil uji terdapat penyimpangan sumbu X-X' = $0,4^\circ$ dan Y-Y' = $2,9^\circ$.

Sumbu X dan Y



(A)



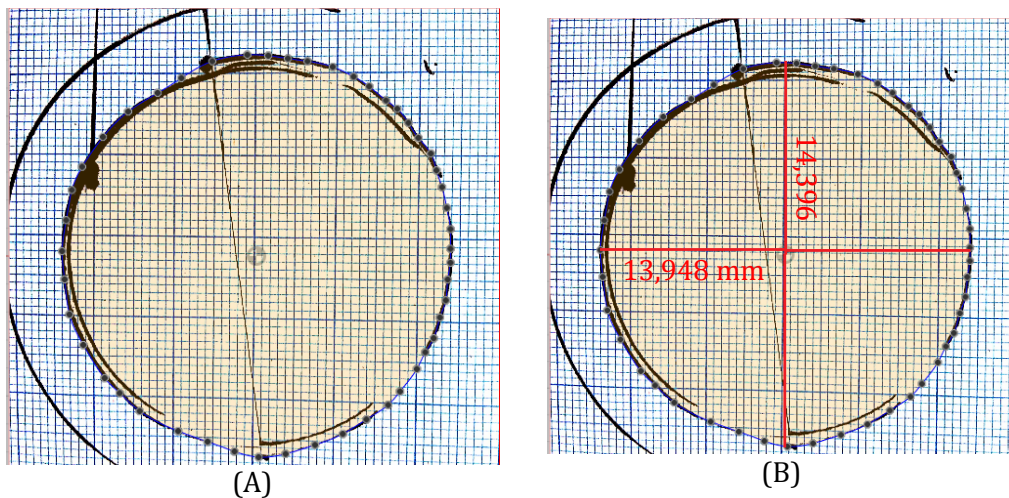
(B)

Sumbu X-X' Kemiringan = $0,4^\circ$

Sumbu Y-Y' Kemiringan = 2.9°

Gambar 6. Pengujian Sumbu Gerak XY

Pengujian gerakan melingkar, dalam pengujian ini sumbu gerak XY diperintahkan untuk bergerak membentuk lingkaran berdiameter 150mm dan hasil yang diperoleh berbentuk oval. Pada ujung *extruder* dipasang *probe* / pena yang digoreskan pada kertas milimeter, lintasan hasil uji terdapat penyimpangan sumbu X-X' = 14,396 mm dan Y-Y' = 13,948 mm.



Gambar 7. Lingkaran

2. Pengujian Mencetak Model 3Dimensi

Dalam pengujian ini mesin *fused deposition modelling* diuji mencetak model 3Dimensi *primitive shape*.



(A) Kubus



(B) Tabung



(C) Prisma Segitiga



(D) Piramida



(E) Pencetakan Logo UNTAR

Gambar 8. Model 3Dimensi *Primitive Shape*

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pemilihan komponen dapat bekerja dengan baik sesuai seperti yang direncanakan dan dirancang.
- b. Simulasi defleksi maksimum pada aluminium profile yang terdapat beban pada meja sebesar 0,07 mm.
- c. Dapat mencetak model 3Dimensi secara fisik sebesar 150 x 150 x 150 mm.
- d. Pengujian sumbu gerak terjadi penyimpangan pada sumbu X-X' = 0,4° dan Y-Y' = 2.9°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Rifai, Usep Setia Gunawan dan Indarzah Masbatin Putra, Nopember 2011, “ Rancang Bangun Pengaturan Gerak Motor Stepper Untuk Peralatan Brakiterapi”, Jurnal Perangkat Nuklir, Volume 05, Nomor 02.
- [2] Evans, Brians. 2012. *Practical 3D Printers* . Springer Science Business Media New York, 233 Spring Street.
- [3] Eggert, Rudolph J. 2005. *Engineering Design*. Upper Saddle River : Pearson Prentice Hall.
- [4] Hiwin Technologies Corp, 2008, *Linear Guideway Technical Information*, Hiwin Technologies Corp, Taiwan.
- [5] Hiwin Technologies Corp, 2008, *Ballscrews Technical Information*, Hiwin Technologies Corp, Taiwan.
- [6] Iman Mujiarto, Desember 2005, “ Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Additif”, Traksi, Volume 03, Nomor 02.
- [7] Khurmi.,J.K.Gupta, 2005. A Text Book Of Machine Design. Eurasia Publishing Hous (Pvt) LTD Ram Nagor. New Delhi.
- [8] Kholil Ahmad, 2008. Pengembangan *Laser Trajectory* Proses *Rapid Prototyping* untuk Produk Berkontur dan Prismatik, Universitas Indonesia.
- [9] Sajima, Deddy Hasnurrofig dan Sudaryadi, September 2012, “ Rancang Bangun Screw Feeder Sebagai Perangkat Dukung Peleburan Konsentrat Zirkon”, *Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir*, Yogyakarta.
- [10] Yong-Sub Yi, Yoon Young Kim, Jae Seok Choi, Jeonghoon Yoo, Dong Jin Lee, Suk Won Lee dan Sung Jin Lee, July 2007, “ Dynamic analysis of a linear motion guide having rolling elements for precision positioning divices”, Journal of Mechanical Science and Technology, Volume 22, hal 50-60.