

Rancang Bangun *Frame* Konstruksi Modifikasi Mesin 3D Printer Untuk Memperluas Area Kerja Pengerjaan

Muhammad Naufal Rafi^{1*}, Budianto², Dhika Aditya Purnomo³

Program studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}

Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: rafimm23@gmail.com^{1*};

Abstract – In the execution of Rapid Prototyping or modeling, almost all industries or companies rely on the usefulness of this 3D Printer machine. Of course, by making a prototype model case that has large dimensions, widths or volumes, the new engine users can redistribute the modeling images to be divided into several parts or segments. This is done using an assembly technique with several prototype models that have been made, the time needed is long enough to redraw and print part models that will be assembled as we want. With these problems, the design and modification of frame construction are needed in accordance with the expansion of the work area on the axis of the 3D Printer FDM technology. It is expected that with the expansion of this area, the world of industry or manufacturing is able to apply its ideas in real and direct ways by utilizing 3D printing machines. The results of the design of this 3D printer machine are that it can move mechanically the x axis by 680 mm, the y axis by 565 mm, and the z axis by 635mm. This machine has a performance with a print area of the x-axis x 300 mm, y axis 300 mm and z axis 350 mm with the precision of the print specimen 0.1 mm - 0.2 mm..

Keyword: 3D Printer, Assembly, Design, Prototyping

1. PENDAHULUAN

3D Printing merupakan proses yang digunakan untuk mencetak model 3 dimensi secara fisik dari model *software* CAD (*Computer Aided Design*) setelah itu dimasukkan kedalam *software* CAM (*Computer Aided Manufacturing*) untuk mengeluarkan kode G-Code untuk menjalankan mesin 3D Printer. Mesin ini dikenal sebagai dengan teknologi LM (*Layer Manufacturing*) atau AM (*Additive Manufacturing*) yang telah dikembangkan untuk memproduksi produk seperti purwarupa, desain produk, alat kesehatan, bangunan, ataupun mainan anak-anak.

3D Printing sendiri memiliki beberapa teknologi salah satunya yang sering digunakan yaitu teknologi FDM (*Fused Deposition Modelling*). Sistem kerja dengan *filament* dimasukkan ke *nozzle*, *nozzle* dipanaskan untuk melelehkan plastik. (Jeffrey, Utama, & Soeharsono, 2016).

Saat ini banyak perusahaan/industri pembuatan model produk berupa *prototype* memanfaatkan keunggulan mesin 3D Printing. Tentunya dengan pembuatan kasus model *prototype* yang melebihi kapasitas area kerja harus dibuat beberapa bagian atau segmen dengan membuat teknik perakitan untuk menggabungkan model yang dibuat. Kecilnya area ruang kerja pada sumbu dimana alas kerja yang kecil membuat kesulitan dalam mencetak untuk *project* dan dimensi yang besar, jelas berpengaruh pada benda kerja yang kita butuhkan. Sering para pengguna juga membutuhkan volume pembangunan yang substansial. Dari alternatif teknik perakitan ini

umumnya berdasarkan prinsip perakitan pada umumnya, akan lebih baik jika mempunyai mesin

3D printer dengan memodifikasi area kerja menjadi area cetak dengan volume yang besar. Dengan merubah area kerja mesin yang dimodifikasi, diperlukan perubahan konstruksi pada mesin terutama pada penggerak sumbu X dan sumbu Y, sehingga tidak diperlukan teknik perakitan ataupun pembagi segmen untuk suatu part kembali serta waktu yang banyak untuk melakukan permodelan.

Salah satu komponen utama dalam mesin 3D Printing adalah rangka atau *frame*. *Frame* ini merupakan penyangga dari pergerakan mesin dari pergerakan sumbunya. Untuk itulah dilakukan analisis perancangan kekuatan *frame* pada mesin 3D printing dalam memperluas area kerja yang diinginkan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk memperluas area kerja serta analisis kekuatan konstruksinya dengan parameter distribusi tegangan, deformasi, dan angka keamanan menggunakan *software Dassault System Solidwork 2015* dengan perluasan area kerja dari semula 220mm x 220mm x 240mm mampu menjadi sebesar 500mm x 500mm x 500mm. Adapun pada Gambar 1.1 produk mesin 3D Printer yaitu Anet A8 yang dimodifikasi.

2. METODOLOGI

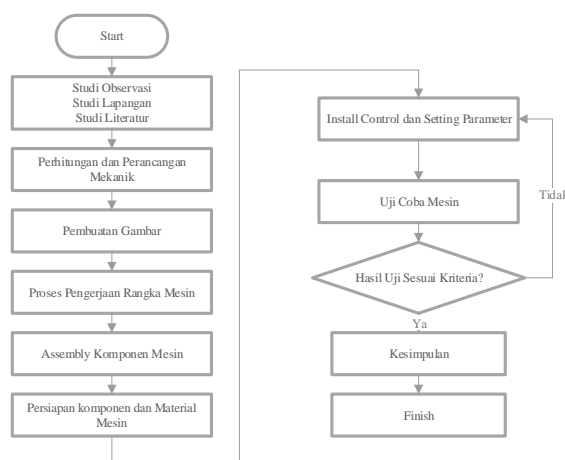
Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai langkah sistematis dalam melakukan penelitian tugas akhir dengan tahapan pengumpulan data,

tahapan mengerjakan tugas akhir serta jadwal pelaksanaan tugas akhir.

Tahapan yang akan dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Membuat desain perancangan modifikasi 3D printer.
2. Menentukan perhitungan mekanis yang terjadi pada modifikasi mesin 3D printer.
3. Menghitung elemen mesin dari spesifikasi mesin 3D Printer.
4. Melakukan uji coba pada performa modifikasi mesin 3D printer.
5. Menganalisa data hasil dari modifikasi 3D Printer.

Adapun diagram alir pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



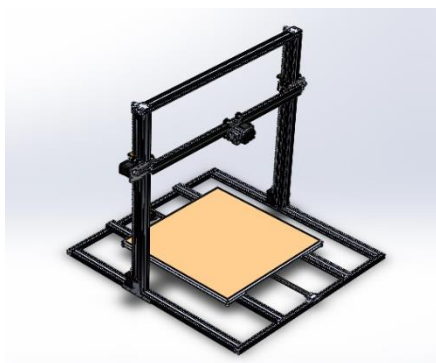
Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Modifikasi 3D Printer

Rangka utama mesin modifikasi 3D printer ini digunakan disini yaitu aluminium ekstrusi T5-6063.

Setelah dilakukan pemilihan material dan penggunaan komponen maka akan dilanjutkan ke tahap perancangan untuk memodifikasi mesin 3D Printer A8 Anet menggunakan *system gantry*. Adapun desain perancangan modifikasi digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Perancangan Modifikasi

3.2 Perhitungan Elemen Mesin Modifikasi 3D Printer

Adapun perhitungan elemen mesin yang dilakukan untuk pergerakan sumbu axis yaitu sebagai berikut:

- Perhitungan kecepatan *belt* dan *pulley*

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \\
 &= \frac{\pi \cdot 12,22 \cdot 120}{60000} \\
 &= 0,0767 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

- Gaya Keliling belt (Fe)

$$\begin{aligned}
 F_e &= \frac{102 p}{v} \\
 &= \frac{102 \cdot 0,0108 \text{ kW}}{0,0767 \text{ m/s}} \\
 &= 14,362 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- Perencanaan Panjang Belt pada Sumbu Y-Axis

$$\begin{aligned}
 L &= 2C + 1,57 (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)}{4C} \\
 &= 2(744,92) + 1,57 (12,22 + 12) + \frac{(12,22 - 12)}{4(744,92)} \\
 &= 1.489,84 + 38,0254 + \frac{0,22}{2.979,68} \\
 &= 1527,86 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Perencanaan Panjang Belt pada Sumbu X-Axis

$$\begin{aligned}
 L &= 2C + 1,57 (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)}{4C} \\
 &= 2(841,89) + 1,57 (12,22 + 12) + \frac{(12,22 - 12)}{4(744,92)} \\
 &= 1.683,78 + 38,0254 + \frac{0,22}{2.979,68} \\
 &= 1721,81 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.2 Aplikasi Perancangan pada modifikasi mesin 3D Printer

Dengan pemilihan komponen yang sesuai dapat mempengaruhi kebutuhan dan kinerja dari mesin 3D Printer. Komponen yang terkumpul diantaranya, yaitu:

- Material yang digunakan yaitu aluminium ekstrusi 4020.
- Komponen yang di fabrikasi yaitu menggunakan Stainless Steel 304 untuk bracket komponen di rangka utamanya.
- Material komponen pendukung yang digunakan seperti mur, baut, siku 2020, dan sebagainya.
- Komponen mesin 3D Printer A8 Anet masih digunakan kembali, seperti motor stepper, nozzle, heatbed, dan lain sebagainya.
- Board Electric dan Kabel mesin 3D Printer A8 Anet menggunakan upgrade mesin A8+ dengan area kerja terupdate.

3.3 Aplikasi Perancangan pada modifikasi mesin 3D Printer

Adapun langkah perakitan atau *assembly* pada modifikasi 3D Printer ini yaitu:

- Merakit *Frame* untuk Rangka Utama
- Merakit *Assembly Gantry* Kanan
- Merakit *Assembly Gantry* Kiri
- Merakit *Assembly* Extruder
- Merakit *Assembly* HeatBed
- Hasil modifikasi 3D Printer A8 Anet

3.4 Uji Coba Performa Modifikasi Mesin 3D Printer

3.4.1 Pengujian Alat

Pengujian alat disini dilakukan untuk mengetahui performa hasil perakitan dari hasil rancangan suatu mesin. Sehingga diharapkan akan berjalan sesuai dengan rencana spesifikasi mesin yang diharapkan.

3.4.2 Sistem Gerak Sumbu X

Pada sumbu X ini dengan diinginkan setiap 10 kali putaran sebesar 120mm. Panjang sumbu X ini hanya dapat digerakkan maksimal dengan panjang 680 mm. Uji coba ini gerak X didapat data-data yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Analisa Gerak pada Sumbu X

| No | Uji Coba | JarakYang Diinginkan (mm) | Jarak Sebenarnya (mm) | Backlash (mm) |
|----|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | Dari titik awal menuju titik akhir | 500 | 680 | 0 |

3.4.3 Sistem Gerak Sumbu Y

Pada sumbu X ini dengan diinginkan setiap 10 kali putaran sebesar 120mm. Panjang sumbu X ini hanya dapat digerakkan maksimal dengan panjang 565 mm. Uji coba ini gerak X didapat data-data yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Analisa Gerak pada Sumbu Y

| No | Uji Coba | JarakYang Diinginkan (mm) | Jarak Sebenarnya (mm) | Backlash (mm) |
|----|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | Dari titik awal menuju titik akhir | 500 | 565 | 0 |

3.4.4 Sistem Gerak Sumbu Z

Pada sumbu X ini dengan diinginkan setiap 10 kali putaran sebesar 20mm. Panjang sumbu X ini hanya dapat digerakkan maksimal dengan panjang 635 mm. Uji coba ini gerak Z didapat data-data yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Gerak pada Sumbu X

| No | Uji Coba | JarakYang Diinginkan (mm) | Jarak Sebenarnya (mm) | Backlash (mm) |
|----|------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | Dari titik awal menuju titik | 500 | 635 | 0 |

akhir

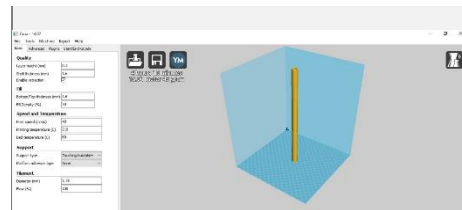
3.4.5 Kepresisian Hasil Produk

Dari hasil cetak terhadap modifikasi 3D Printer ini didapatkan bahwa mesin memenuhi target presisi dimana tidak ada benda kerja yang ukurannya lebih dari 0,1 mm.

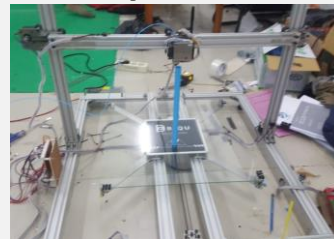
3.4.6 Area Kerja Hasil Produk

No. Percobaan

- Pengujian Sumbu Z (Tabung 350 mm)
 - Awal dimensi desain Tabung



- Setting Parameter dan Pembuatan G-Code
- Proses cetak specimen

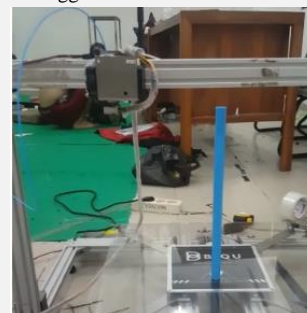


Proses Cetak 1

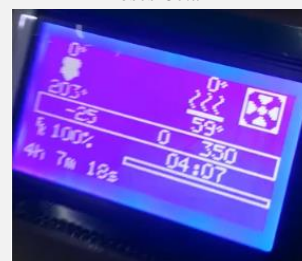


Proses Cetak 1

Proses cetak 1 menunjukkan sudah mencapai tinggi 187.6 mm dari 350 mm



Proses Cetak 2



Proses Cetak 2

Proses cetak 2 menunjukkan sudah mencapai tinggi dimensi 350 mm dengan durasi cetak 4 jam 7 menit 18 detik.

d. Dimensi hasil cetak



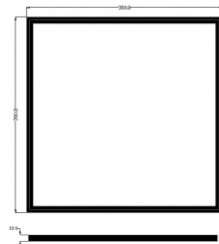
Dimensi cetak menunjukkan Panjang tabung senilai 350 mm



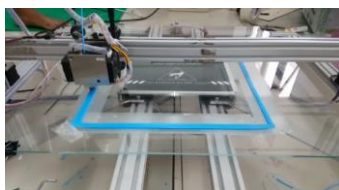
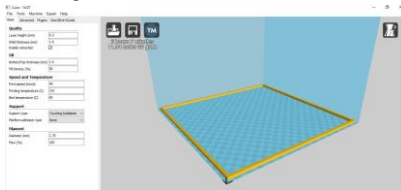
Dimensi hasil diameter luar menunjukkan 19.5 mm

2 Pengujian Sumbu X dan Sumbu Y (Panjang x Lebar : 300 mm x 300 mm).

a. Awal dimensi desain Persegi



b. Setting Parameter dan Pembuatan G-Code

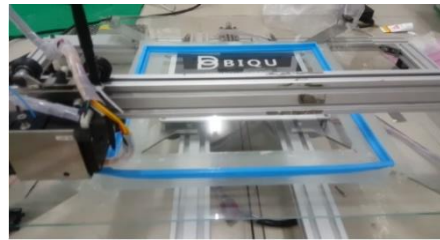


Proses Cetak 1



Proses Cetak 1

Proses cetak 1 menunjukkan sudah mencapai durasi 3 jam 23 menit



Proses Cetak 2

Proses Cetak 2

Proses cetak 2 menunjukkan sudah mencapai durasi cetak 7 jam 20 menit 38 detik.

c. Dimensi hasil cetak

Dimensi yang dicapai 295.5 mm pada sumbu X



Dimensi yang dicapai 295.5 mm pada sumbu Y



Untuk Tinggi yang dicapai pada sumbu Z 10.5mm

Pada hasil cetak menunjukkan pada sumbu Z didapat sesuai dengan gerak travel 350 mm dan dapat mencetak hingga tinggi 350 mm. Pada sumbu X dicapai Panjang senilai 295.5 mm begitu juga dengan pergerakan sumbu Y dikarenakan limit pada program board Anet A8 hanya 300 mm x 300 mm dan terdapat offset untuk jarak tepi cetak sehingga tak dapat mencetak maksimum seperti spesifikasi.

3.5 Analisa Perhitungan Biaya Perakitan Modifikasi Mesin 3D Printer

Menurut hasil perancangan di total pengeluaran untuk pembuatan satu unit mesin 3D Printer

adalah Rp. 7.692.000. Pengeluaran tersebut sudah termasuk dengan kebutuhan komponen – komponen, material, dan permesinan mesin tersebut. Diharapkan dengan dari satu unit mesin 3D Printer diperoleh laba 50% saat mesin tersebut terjual. Taksiran harga satu unit mesin 3D Printer saat dijual adalah Rp. 13.990.000 kisaran untuk spesifikasi dengan area kerja setelah dimodifikasi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan Rancang Bangun *Frame* Konstruksi Modifikasi Mesin 3D Print Untuk Memperluas Area Kerja Pengerjaan ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Di dapatkan pergerakan sumbu axis pada modifikasi 3D Print yaitu :
 - Sumbu x direncanakan bergerak dengan stroke sepanjang 500 mm, pada hasil pengujian gerak pada sumbu x mampu bergerak sepanjang 680 mm sesuai yang direncanakan. Panjang belt yang digunakan sepanjang 1721,81 mm.
 - Sumbu y direncanakan bergerak dengan stroke sepanjang 500 mm, pada hasil pengujian gerak pada sumbu y mampu bergerak sepanjang 565 mm sesuai yang direncanakan. Panjang belt yang digunakan sepanjang 1527,86 mm.
 - Sumbu z direncanakan bergerak dengan stroke sepanjang 500 mm, pada hasil pengujian gerak pada sumbu z mampu bergerak sepanjang 635 mm sesuai yang direncanakan. Lead Screw yang digunakan sepanjang 800 mm.
2. Performa mesin yang didapat sebagai berikut:
 - Kepresisian produk untuk sumbu X didapatkan dengan nilai kepresisian 0,1 mm – 0,2 mm sesuai dengan spesifikasi mesin sebelumnya.
 - Kepresisian produk untuk sumbu Y didapatkan dengan nilai kepresisian 0,1 mm – 0,2 mm sesuai dengan spesifikasi mesin sebelumnya..
 - Kepresisian produk untuk sumbu Z didapatkan dengan nilai kepresisian 0,5 mm – 1,5 mm sesuai dengan spesifikasi mesin sebelumnya.
 - Area kerja yang didapat dengan ukuran 300 mm x 300 mm x 370 mm dari settingan board Anet A8+.

5. TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih penulis sampaikan kepada Bapak Budianto, S.T., M.T. dan Bapak Dhika Aditya Purnomo, S,S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, ilmu, dan bimbingannya dalam menyelesaikan artikel ”Rancang Bangun *Frame* Konstruksi Modifikasi 3D Printer Untuk Memperluas Area Kerja Pengerjaan”. Bapak Ali Imron, S.T., M.T., Bapak Bayu Wiro Karuniawan, S.T., M.T., dan Bapak Faiz Hamzah, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memvalidasi penelitian pada sidang tugas akhir. Bapak Jauhar Arifin dan Elly Sunniyati yang selaku keluarga penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun riil kepada penulis. Pak shafaruddin, Mas Zindhu Maulana A.P, Andik Aris Setiawan, Bona Ventura, Hanif Dzaky R, serta semua teman seperjuangan Teknik Desain dan Manufaktur 2015A Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

7. PUSTAKA

- [1] Deutchman, A. D., Walter, M. J., & Charles, W. E. (1975). *Machine Design*. United States of America: Macmillan Publishing.
- [2] Jeffrey, Utama, D. W., & Soeharsono. (2016). RANCANG BANGUN KONTRUKSI DAN SISTEM GERAK SUMBU PADA MESIN FUSED DEPOSITION MODELLING . *Poros, Volume 14 Nomor 2, November 2016, 99 – 106*, 99-106.
- [3] K.M. Muditha Dassanayake, M. T. (2009). *High Performance Rotary Table for Machine Tool Applications*. Tokyo: Tokyo University of Agriculture and Technology .
- [4] Khurmi, R., & Gupta, J. (2005). *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing HOUse LTD.
- [5] Mulyadi, S. (2011). Analisa Tegangan-Regangan Produk Tongkat Lansia dengan Menggunakan Elemen Hingga . *Jurnal ROTOR*, 4(1), 50-58.
- [6] Priadi, M. N. (2018). Rancang Bangun Mesin Crusher Plastik. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [7] Satria, D. (2013). *Hidrolik dan Pneumatik*. Banten: Jurusan Teknik Mesin Untirta.
- [8] Sularso, K. S. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin* (11 ed.). Jakarta: PT Pradnya Paramita.