

## **ANALISIS DEFLEKSI Z AXIS DARI 3D PRINTER BETON MELALUI SIMULASI STATIS SOLIDWORKS**

**Albert Gunawan<sup>1</sup>, Raihan Allam Prabaswara<sup>2</sup>, Yonathan Ade Prayoga<sup>3</sup>, Ratmono Hari Widyatmoko.<sup>4\*</sup>, Ivan Christian Surya P.<sup>5</sup>,**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta  
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

\*Email: ratmono.hari@atmi.ac.id

### **Abstrak**

*Mesin 3D printing beton merupakan inovasi terbaru dalam industri konstruksi yang menggabungkan teknologi pencetakan tiga dimensi dengan bahan beton. Analisis ini bertujuan untuk menganalisis defleksi sumbu Z dari 3D printer beton melalui simulasi statis menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Defleksi serta stress sumbu Z merupakan parameter kritis dalam proses 3D printing beton, karena dapat mempengaruhi akurasi keamanan, dan kualitas struktur cetakan beton yang dihasilkan. Dalam analisis ini, model 3D printer beton yang telah dirancang sebelumnya dibuat dalam perangkat lunak SolidWorks untuk melakukan simulasi statis. Hasil dari analisis ini untuk mengetahui nominal defleksi dari sumbu Z mesin yang menentukan kualitas hasil print mesin 3D printing beton, serta mengetahui kekuatan dan daerah kritis yang menentukan kualitas konstruksi tersebut aman dan dapat digunakan. Setelah melakukan analisis menggunakan bantuan Software SOLIDWORKS Simulation, maka dapat disimpulkan bahwa defleksi dari desain dan jenis material yang digunakan masuk dalam batas toleransi. Nilai dari defleksi unit Z axis adalah 6.26 mm, dan stress maksimum yang dialami adalah sebesar 45.714,972N/mm<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** Analisis defleksi, 3D Printer beton, Tegangan Von Mises

### **1. PENDAHULUAN**

Mesin 3D printing beton adalah inovasi yang menjanjikan dalam industri konstruksi, yang memungkinkan cetakan beton dengan tingkat akurasi dan presisi yang lebih tinggi daripada metode konstruksi tradisional. Mesin ini mampu mencetak struktur beton yang kompleks dengan cepat dan efisien, menggantikan proses pembangunan manual yang seringkali memerlukan waktu yang lama dan tenaga kerja yang besar.

Salah satu aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan mesin 3D printing beton adalah defleksi dan tegangan sumbu Z, yaitu perubahan posisi vertikal dari cetakan beton selama proses pencetakan, serta besarnya gaya yang dialami unit. Defleksi sumbu Z dapat mempengaruhi akurasi geometri dan kualitas permukaan cetakan beton, sehingga perlu dianalisis dengan cermat, dan stress pada konstruksi dapat mempengaruhi tingkat keamanan pada mesin. Untuk itu, simulasi statis melalui perangkat lunak SolidWorks dapat menjadi alat yang efektif untuk menganalisis defleksi sumbu Z dan respons struktural lainnya dari mesin 3D printing beton.

Dalam konteks ini, analisis ini bertujuan untuk menganalisis defleksi dan stress sumbu Z dari 3D printer beton melalui simulasi statis menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Hasil dari analisis ini diharapkan akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi defleksi dan stress sumbu Z dan bagaimana hal tersebut dapat diatasi atau dioptimalkan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan proses 3D printing beton. Dengan demikian, analisis ini dapat memberikan kontribusi yang berharga bagi perkembangan teknologi 3D printing beton dan berpotensi mendorong penerapan teknologi ini dalam industri konstruksi masa depan yang lebih efisien, inovatif, dan berkelanjutan.

### 1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan performa mesin 3D print beton dengan fitur *rotating nozzle* berdasarkan analisis dan simulasi menggunakan *Computer Aided Engineering* (CAE), berikut 3 poinnya yaitu :

1. Menganalisa kekakuan *z axis* terhadap gaya saat pergerakan mesin.
2. Membuktikan hasil analisis rancangan *frame* tidak melebihi *yield strength*.
3. Membuktikan bahwa konstruksi *frame* aman untuk digunakan.

## 2. METODOLOGI

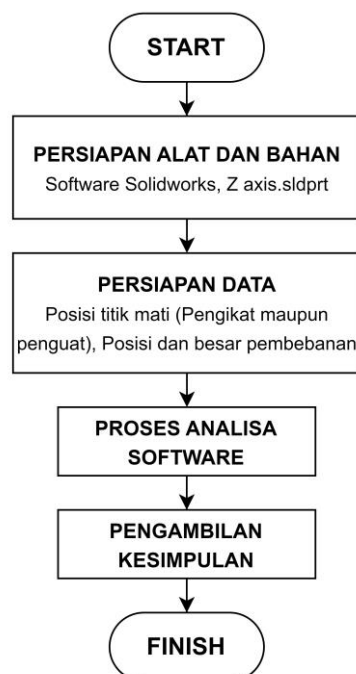
Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

### 2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis menggunakan *software* simulasi, yaitu menggunakan *software SOLIDWORKS Simulation* dengan mengidentifikasi defleksi yang terjadi ketika diberikan gaya dari sumbu x atau y. Lalu dari hasil identifikasi atau analisis *software* tersebut dilakukan proses pengambilan kesimpulan dengan melihat nilai defleksi dari konstruksi *z axis*

### 2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Proses Penelitian

#### 2.2.1. Persiapan Alat dan Bahan

##### 1. Laptop/PC

Proses perancangan yang dilakukan membutuhkan *laptop/PC* dengan jenis *processor AMD Ryzen 5 4600H series CPU @3.00GHz (12 CPUs)* dan memori minimal RAM size 16 GB. Laptop ini digunakan untuk operasi analisis dan pembukaan file seperti yang tertera pada **gambar 1**.

##### 2. Software

Proses analisis menggunakan *software SOLIDWORKS* versi 2020 yang dalam paket penginstalnya lengkap atau terdapat *sub-software solidworks simulation*.

### 2.2.2. Persiapan Data

Persiapan data dilakukan dengan wawancara dan/atau konsultasi dengan *customer* dan pembimbing tugas akhir serta diskusi dengan anggota kelompok tugas akhir, sehingga didapatkan berbagai data yang dapat digunakan dalam penyusunan *input* pada *software*. Selain melalui wawancara dan/atau konsultasi serta diskusi, data penelitian didapatkan dari jurnal penelitian sebelumnya dan data pendukung lainnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Z axis* dari mesin *3D Printing* beton akan dianalisis gayanya untuk mengetahui apakah konstruksi *z axis* tersebut cukup kaku dan kuat dalam menahan gaya tegak lurus saat pergerakan mesin. Pada penelitian ini fokus utamanya adalah melakukan Analisis pada *Z axis* dari mesin *3d printing* beton dengan menggunakan *software SOLIDWORKS Simulation*, dengan menggunakan material *Aluminium 6061*. Hasil dari analisis ini untuk mengetahui kekakuan yang menentukan kualitas konstruksi tersebut dapat digunakan pada proses printing.

### 3.1. Spesifikasi Part Solidworks

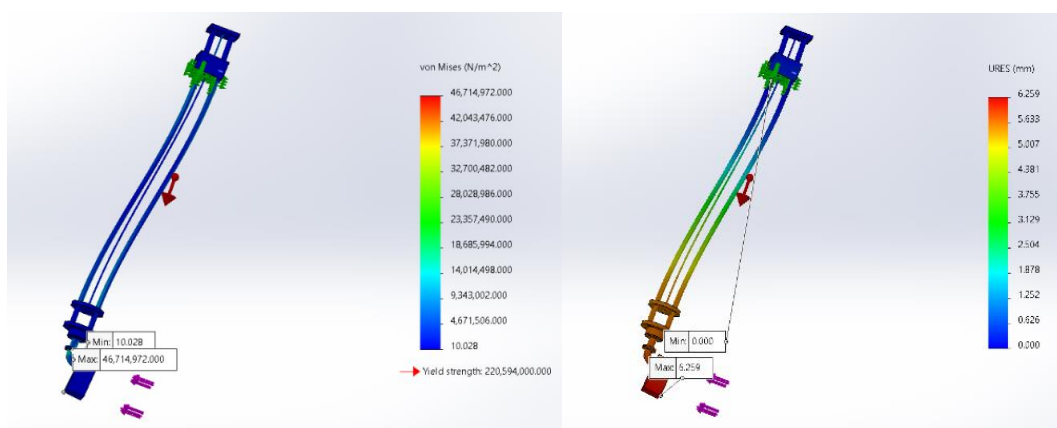
**Tabel 1. Properties dari Z axis**

Nama Part	Mass (gram)	Volume (mm <sup>3</sup> )
<i>Z axis</i>	556752.21	139445677.46

Dari **tabel 1** diketahui massa dan volume dari *part* yang akan dianalisis menggunakan *software SOLIDWORKS*.

### 3.2. Hasil Analisis Software

Desain *z axis* pada mesin akan mengalami pergeseran (*displacement*) serta masa lelah (*fatigue*) akibat pergerakan dan pembebanan pada saat proses printing. Dalam mengatasi kegagalan desain, diperlukan kajian dalam percepatan maksimal yang diberikan pada pergerakan mesin. Pada *z axis* telah dilakukan analisis dengan pemberian gaya sebesar 400 *Newton* pada analisis *displacement* dan 6000 *Newton* pada analisis *Stress*, yang disesuaikan dengan posisi *part*, *gravitasi*, dan material *part*. Bagian *Fix* adalah bagian yang dalam perakitannya terdapat sambungan baut dan mur. Pada **gambar 2** akan dipaparkan hasil dari analisis yang sudah dilakukan.



**Gambar 2. Hasil Analisis Z axis menggunakan SOLIDWORKS Simulation**

Dari **Gambar 2** disimpulkan bahwa perpindahan (*displacement*) yang dialami oleh *z axis* adalah sebesar 6.26 mm pada percepatan mesin sebesar 100mm/s<sup>2</sup>, dan stress sebesar

45.714,972 N/mm<sup>2</sup> . Perpindahan ini masih dalam batas toleransi pembuatan tembok pada rumah, dan *stress* masih di bawah *Yield strength* yaitu sebesar 220.594.000.

### KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis menggunakan bantuan *Software SOLIDWORKS Simulation* maka dapat disimpulkan bahwa desain *z axis* pada mesin *3d printing* beton memiliki hasil analisis sebagai berikut : Displacement *z axis* = 6.26 mm untuk percepatan sebesar 100mm/s<sup>2</sup>, dan stress *z axis* = 45.714,972 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil simulasi tersebut, nilai yang didapatkan tidak melebihi angka toleransi ukuran tembok dan juga tidak melebihi angka *Yield Strength*. Maka dapat disimpulkan bahwa *z axis* pada mesin *3d printing* beton memenuhi standard dan dapat digunakan untuk *printing* tembok.

### DAFTAR PUSTAKA

- Building Tolerances, diakses dari [https://www.engineeringtoolbox.com/building-tolerances-d\\_1790.html](https://www.engineeringtoolbox.com/building-tolerances-d_1790.html), diakses pada 26 Juli 2023
- Jo, J. H., Jo, B. W., Cho, W., & Kim, J. H. (2020). Development of a 3D Printer for Concrete Structures: Laboratory Testing of Cementitious Materials. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s40069-019-0388-2>
- Khan, M. S., Sanchez, F., & Zhou, H. (2020). 3-D printing of concrete: Beyond horizons. In *Cement and Concrete Research* (Vol. 133). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106070>
- Malaeb, Z., AlSakka, F., & Hamzeh, F. (2019). 3D Concrete Printing. In *3D Concrete Printing Technology* (pp. 115–136). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815481-6.00006-3>
- Zhang, X., & Tan, L. (2018). *Static and Dynamic Analysis of Bicycle Frame made of Aluminum 6061-T6 using SolidWorks Simulation*. *Journal of Materials Science and Engineering*, 25(4), 189-198.