

## ABSTRAK

Mesin 3D *printer* dapat dimanfaatkan untuk membuat *prototype* yang ekonomis dan efisien dengan biaya yang cukup rendah dibandingkan dengan *prototyping* secara konvensional. Namun, belum banyak pabrik atau pengembang yang melakukan modifikasi 3D *printer* untuk mencetak bahan *semi-solid* atau pasta (cairan dengan viskositas tinggi). Pada penelitian ini dilakukan sebuah modifikasi pada sistem ekstrusi mesin 3D *printer* dengan tipe Cartesian agar dapat mencetak bahan *semi-solid* atau pasta. Alasan pemilihan mesin 3D *printer* tipe Cartesian adalah tipe ini mudah untuk dipahami, mudah dioperasikan, dan tergolong tipe mesin 3D *printer* baru. Modifikasi mesin dilakukan hanya pada sistem ekstrusi (*extruder*) dan komponen pendukung ekstrusi lainnya. Sistem *original* pada mesin 3D *printer* tidak dilakukan perubahan sama sekali untuk mempertahankan fitur dan metode pengoperasian yang sama pada kondisi standar.

Pada proses perancangan mesin 3D *printer* tipe Cartesian untuk mencetak *bone graft* digunakan metode perancangan Nigel Cross. Model perancangan menurut Nigel Cross mengintegrasikan aspek proses perancangan dengan aspek struktural desain. Aspek proses perancangan disajikan dengan menggunakan tujuh metode perancangan dalam langkah-langkah Nigel Cross. Perancangan dimulai dari penyebaran kuesioner dan wawancara terhadap para ahli mesin 3D *printer* dan sejumlah pihak yang mengetahui konsep pembangunan mesin 3D *printer*. Kelebihan dari metode ini adalah proses perancangan dilakukan secara lengkap dan sistematis, pengembangan perancangan luas, serta lebih sederhana dibandingkan dengan metode yang lain.

Target hasil dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan sebuah mesin 3D *printer* yang mampu mencetak *bone graft* secara teliti dan mendetail sesuai dengan desain dan ukurannya tanpa sumbatan pada proses pencetakannya. Pada penelitian ini juga dilakukan uji coba beberapa kali dengan parameter ukuran *nozzle*, kecepatan cetak, tebal *layer*, dan ukuran *output* material yang berbeda-beda. Dari hasil uji coba yang dilakukan, didapatkan ukuran *nozzle* yang optimal yaitu *nozzle* berukuran 8mm dengan kecepatan cetak 10mm/s, tebal *layer* 0.5mm, dan *output* material sebesar 1mm. Proses pencetakan *bone graft* berdiameter 8mm dengan tinggi 5mm dapat berjalan tanpa sumbatan namun belum dapat menghasilkan *bone graft* yang sesuai dengan desain dan ukurannya. Faktor yang paling berpengaruh terhadap hasil penelitian ini adalah proses pencampuran material BHA-*glycerin* yang tidak dilakukan dengan benar sehingga larutan material tidak mencapai sifat larutan yang dibutuhkan.

**Kata kunci:** Mesin 3D *Printer*, *Bone graft*, Nigel Cross

## **ABSTRACT**

*3D printer machines can be used to make economical and efficient prototypes at a relatively low cost compared to conventional prototyping. However, not many manufacturers or developers have modified 3D printers to print semi-solid or paste materials (liquids with high viscosity). In this study, a modification was made to the extrusion system of a 3D printer with a Cartesian type so that it could print semi-solid or paste materials. The reason for choosing a Cartesian type 3D printer machine is that this type is easy to understand, easy to operate, and is a new type of 3D printer machine. Machine modifications are made only to the extrusion system (extruder) and other extrusion support components. The original system on the 3D printer machine has not been changed at all to maintain the same features and operating methods under standard conditions.*

*In the process of designing a Cartesian type 3D printer machine for printing bone grafts, the Nigel Cross design method was used. The design model according to Nigel Cross integrates the aspects of the design process with the structural aspects of the design. Aspects of the design process are presented using seven design methods in Nigel Cross steps. The design starts with distributing questionnaires and interviews with 3D printer machine experts and a number of parties who know the concept of 3D printer machine development. The advantages of this method are that the design process is carried out in a complete and systematic manner, the design development is extensive, and it is simpler compared to other methods.*

*The target result of this research is to be able to produce a 3D printer machine that is able to print bone grafts carefully and in detail according to the design and size without blockages in the printing process. In this study, trials were also carried out several times with different parameters of nozzle size, print speed, layer thickness, and output material size. From the results of the trials conducted, the optimal nozzle size was obtained, namely an 8mm nozzle with a print speed of 10mm/s, a layer thickness of 0.5mm, and a material output of 1mm. The process of printing bone grafts with a diameter of 8mm and a height of 5mm can run without obstruction but has not been able to produce bone grafts that match the design and size. The factor that most influenced the results of this study was the process of mixing the BHA-glycerin material which was not carried out correctly so that the material solution did not reach the required solution properties.*

**Keywords:** *3D Printer Machine, Bone graft, Nigel Cross*