

INTISARI

Perkembangannya teknologi dibidang robotika memunculkan banyak inovasi-inovasi yang menjadikan robot semakin menyerupai manusia/hewan, baik dari segi bentuk, fungsi bahkan tekstur. Salah satu inovasi ini adalah aktuator lunak yang mulai menggantikan aktuator terdahulu yang cenderung memiliki ciri fisik yang keras dan kaku. Salah satu jenis aktuator lunak ini adalah *soft pneumatic actuator*(SPA) yang digerakan dengan cara memberi tekanan udara. Karena memiliki bentuk yang cukup kompleks, proses manufaktur SPA ini kini mengarah pada *3D Printing*. Untuk mendukung pengembangan aktuator lunak yang di-3D Print, penelitian ini membahas analisis menggunakan metode numerik, *Finite Element Method* (FEM) dalam memprediksi kinerja dari SPA ini.

Dalam penelitian ini proses manufaktur SPA dilakukan dengan metode Fused Deposition Modelling *3D Printing* dimana material yang digunakan adalah filament esun eFlex (tersedia dipasaran) yang memiliki karakteristik elastis. Dalam melakukan analisis numeris, pengambilan konstanta material tidak menggunakan uji tarik karena berpotensi mengalami masalah konvergen dalam analisa numeris, melainkan dengan cara iterasi *trial and error*. Metode ini menggabungkan hasil eksperimen kinerja prototype dengan hasil simulasi prototype (dengan memasukan iterasi awal konstanta material) yang kemudian hasil simulasi diusahakan sedekat mungkin dengan hasil eksperimen. Konstanta yang didapatkan dengan cara diatas digunakan untuk mensimulasikan prototype dengan desain yang lain.

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa metode iterasi *trial and error* menghasilkan nilai konstanta material adalah 615. Metode ini mampu memberikan gambaran yang mendekati hasil eksperimen pada 9 jenis desain yang diuji, dengan error pada besarnya sudut yang dihasilkan tiap desain kurang dari 5%, hal ini menunjukkan bahwa konstanta material dapat ditentukan tanpa menggunakan uji tarik. Variasi ketebalan dinding dan bentuk desain tidak berpengaruh pada konstanta material yang digunakan namun sangat berpengaruh pada sudut maksimal yang dapat dihasilkan oleh aktuator.

Kata Kunci : Aktuator lunak pneumatis, *3D Printing*, *Fused Deposition Modelling*, *Finite Element Method*

ABSTRACT

The growing development of robotic has risen many innovation to make robot more human/animal-like in form of shape, functionality, dan even the texture. One of these innovation is soft actuator that has begin to replace the use of traditional actuator that tend to be rigid and hard. One of the type of soft actuator is soft pneumatic actuator (SPA) where it is driven by pressurized air. Because the construction of SPAs are quite complex, *3D Printing* was used to manufacture it. To support the development of these kind of actuator that used 3D Print, this research want to discuss about the numerical analysis, *Finite Element Method* to predict the performance of SPA.

In this research, Fused Deposition Modelling *3D Printer* was used to manufacture the actuator , using esun eFlex filament (available in the market). Instead of using material tension test to obtain the material constant that used in numerical analysis, this research use simple trial and error iteration. This method compare the prototype performance experimental result with prototype simulation result (with inital trial iteration) and the deviation between them are reduced by changing the simulation material constant (trial and error iteration). Finally the material constant was obtained and used to evaluate the other design of SPA.

The result of this research shows that the trial and error iteration method with the final value of material constant is 615 psi can perform a promising result for the 9 prototype that was presented with error less then 5%, this means the material constant can be determined without using material tension test. The variation of shell thickness and geometry of design doesn't effect the material constant but it is effecting the maximum degree that can be achieved.

Keywords : *Soft pneumatic actuator, 3D Printing, Fused Deposition Modelling, Finite Element Method*