

PENGARUH BEDA POTENSIAL TERHADAP *DISPLACEMENT* VERTIKAL PADA *ELECTRICAL – THERMAL ACTUATOR*

Managam Rajagukguk ¹⁾, Stenly Tangkuman ²⁾

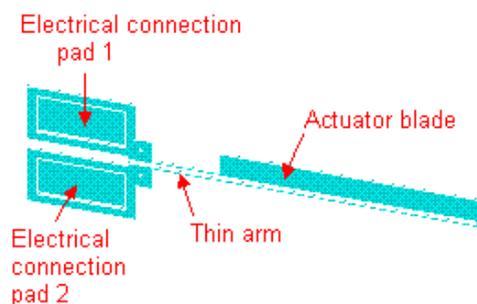
¹⁾ Staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura
²⁾ Staf pengajar pada jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
 Jl. Kampus Barat UNSRAT Manado, Telp. (0431) 827574
 e-mail : stangkuman@yahoo.com

Abstract- *Electrical-thermal actuator digunakan pada suatu sistem mikro-elektromekanik (micro-electromechanical system, MEMS), dapat dipakai untuk menggerakkan peralatan berukuran kecil (mikro devices) seperti roda bergigi searah (ratchets) dan rangkaian roda gigi (gear trains). Suatu beda potensial diterapkan pada pads penghubung elektrik menghasilkan arus listrik yang mengalir sampai ke arm dan blade dari actuator. Arm dan blade akan mengalami pemanasan akibat adanya arus listrik tersebut dan resistivity dari material. Hal tersebut mengakibatkan arm dan blade memiliki temperatur yang sangat tinggi. Selanjutnya akan muncul defleksi akibat fenomena termal. Dari hasil simulasi numerik pada penelitian ini diketahui bahwa displacement vertikal dan aliran panas berbanding kuadratik dengan beda potensial dan didapati pula bahwa displacement maksimum terjadi pada ujung blade.*

Kata Kunci : electrical-thermal actuator, beda potensial, arus listrik, aliran panas, micro-electromechanical system (MEMS)

I PENDAHULUAN

Electrical-thermal actuator dibuat dari jenis material polysilicon, gambar 1 memperlihatkan bagian-bagian dari sebuah *actuator*.



Gambar 1. Sebuah *electrical-thermal actuator*

Actuator bekerja berdasarkan beda ekspansi termal di antara *arm* dan *blade* yang berukuran tipis. *Arm* dan *blade* akan dialiri listrik akibat adanya beda potensial pada *pads*. Akibat arus listrik tersebut dan resistivity material maka akan dihasilkan aliran panas (I^2R) pada

arm dan *blade* dimana *arm* dan *blade* akan memiliki temperatur yang sangat tinggi. Selanjutnya akan muncul defleksi dan regangan termal.

Actuators dapat dirangkaikan dan ujung *bladenya* dapat dihubungkan satu dengan yang lain sehingga bisa melipatgandakan gaya efektifnya. *Actuators* digunakan untuk menggerakkan peralatan yang berukuran mikro.

Dalam penelitian ini akan diselidiki pengaruh beda potensial terhadap displacement *blade*, dan hendak dihitung pula total arus listrik dan aliran panas yang terjadi.

Penelitian ini menggunakan simulasi numerik dengan metode elemen hingga. Untuk kemudahan, proses simulasi numerik menggunakan bantuan perangkat lunak Ansys 9.0. Analisis yang diperlukan dalam penelitian ini adalah analisis multifisik yang merupakan interaksi dari bidang termal, elektrik, dan struktur.

II DATA DAN PARAMETER SIMULASI

Actuator memiliki panjang keseluruhan 250 mikrometer dan ketebalan 2 mikrometer. Beda potensial yang diterapkan bervariasi dari 2,5 volt – 10 volt. Pembebanan dan kondisi batas dapat dilihat pada tabel 1. Untuk sifat-sifat material polysilicon dapat dilihat pada tabel 2.

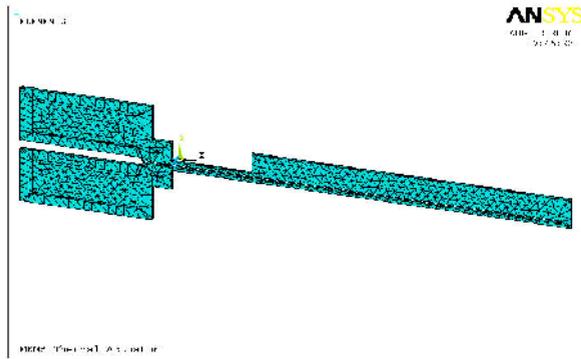
Tabel 1. Pembebanan & kondisi batas pada *pads*

Temperatur	30 °C
Perpindahan arah-x,y,z	0
Tegangan pada <i>pad</i> 1	2,5 – 10 volt
Tegangan pada <i>pad</i> 2	0

Tabel 2. Sifat-sifat material polysilicon

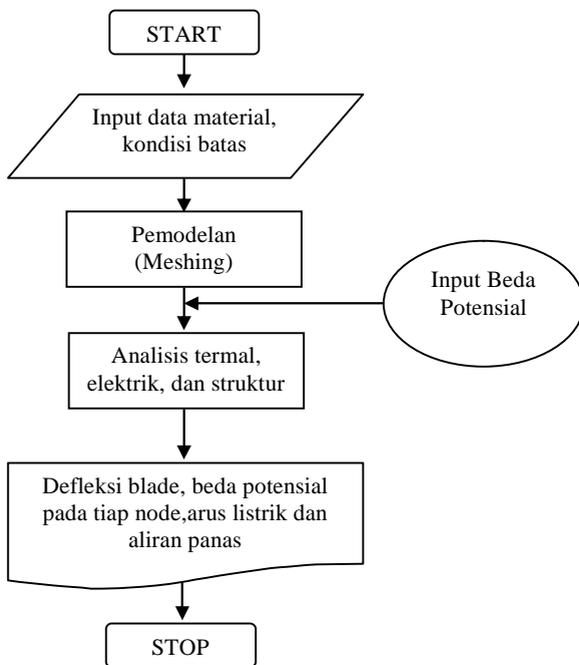
Modulus Young	169e3 MPa
Perbandingan Poisson	0,22
Resistivity	2,3e-11 ohm μ m
Koef.ekspansi termal	2,9e-6 /K
Konduktivitas termal	150e6 pW/ μ m K

Gambar 2 memperlihatkan model yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2. Model setelah dimesh

Secara garis besar proses simulasi numerik dapat dilihat pada flow chart berikut ini :



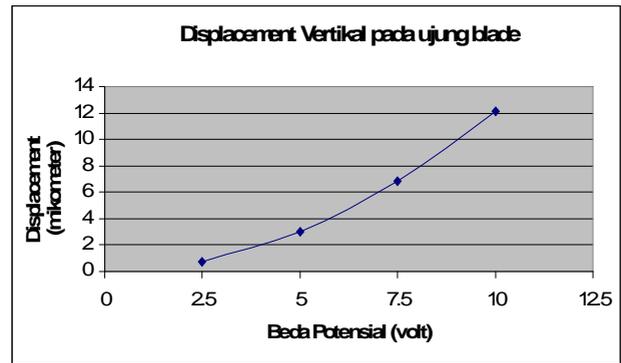
Gambar 3. Flow chart proses simulasi

III. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Hasil simulasi untuk *displacement* vertikal pada tiap node dapat dilihat pada gambar 7 di lampiran, sedangkan besarnya tegangan pada tiap node dapat dilihat pada gambar 8 di lampiran.

Dari gambar 6 dan 7 pada lampiran dapat diketahui bahwa arus listrik pada *arm* adalah lebih besar dari arus listrik pada *blade*, sehingga *arm* lebih panas dari *blade*, hal tersebut mengakibatkan *actuator* dibengkokkan pada arah *blade*. Terlihat juga bahwa *displacement* maksimum terjadi pada ujung *blade*.

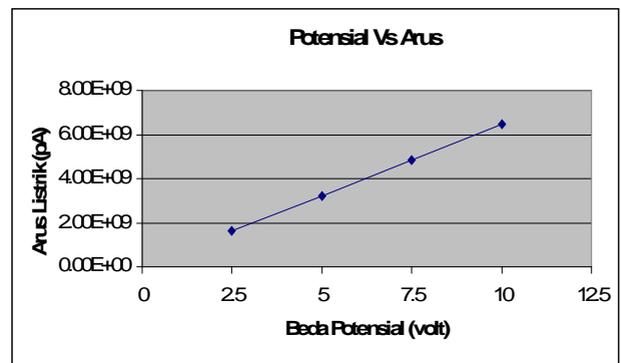
Berikut ini ditampilkan hasil simulasi untuk *displacement* vertikal pada ujung *blade*, lihat gambar 4.



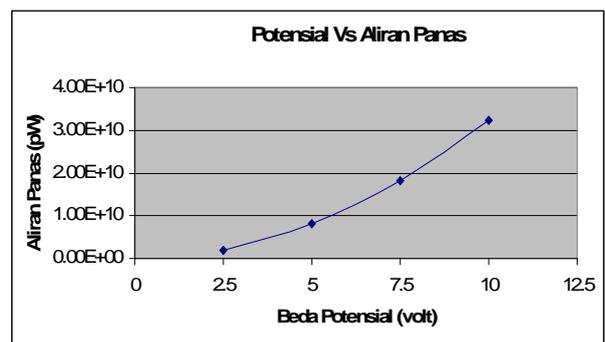
Gambar 4. Displacement vertikal dengan variasi beda potensial

Dari gambar 4 terlihat bahwa semakin besar beda potensial maka *displacement* semakin besar pula. Hal ini terjadi karena semakin besar beda potensial maka panas yang dibangkitkan pada *blade* semakin besar, dengan panas yang semakin banyak membuat *blade* terdefleksi semakin besar.

Berikut ini ditampilkan hasil simulasi total arus listrik dan aliran panas pada *actuator*, lihat gambar 5 dan gambar 6



Gambar 5. Arus listrik dengan variasi beda potensial



Gambar 6. Aliran panas dengan variasi beda potensial

Dari gambar 5 dan gambar 6 di atas nampak bahwa arus listrik dan aliran panas semakin besar ketika beda potensial diperbesar. Hal ini mudah dipahami mengingat arus listrik adalah berbanding lurus dengan tegangan, sedangkan aliran panas (daya listrik) berbanding kuadratik dengan tegangan.

IV. KESIMPULAN

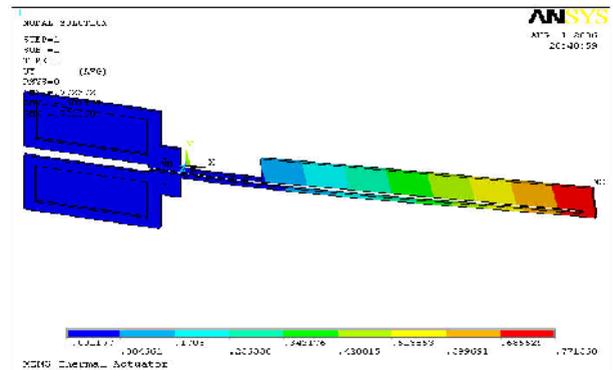
Dari hasil simulasi dan analisis maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar beda potensial maka semakin besar pula *displacement* vertikal, arus listrik dan aliran panas.
2. *Displacement* maksimum terjadi pada ujung *blade*.
3. Beda potensial berbanding kuadratik dengan *displacement* vertikal dan aliran panas.

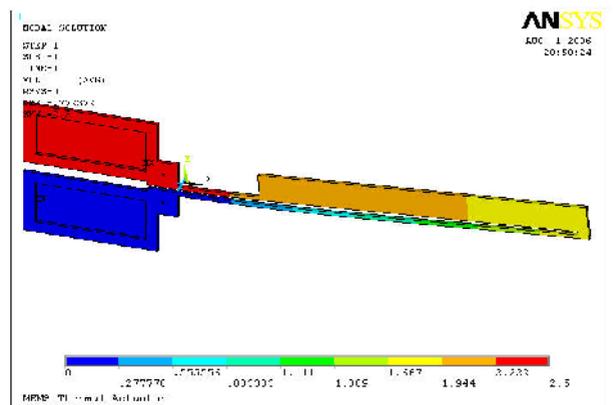
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Callister, William D. Jr., *Material Science and Engineering an Introduction*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2004
- [2] Moaveni, Saeed, *Finite Element Method Theory and Application with ANSYS*, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- [3] Logan Daryl L., *A First Course in the Finite Element Method*, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1992

LAMPIRAN



Gambar 7. Displacement vertikal pada *actuator* untuk beda potensial 2.5 volt



Gambar 8. Distribusi tegangan pada *actuator* untuk beda potensial 2.5 volt

