

Sensor dan Aktuator: *Transducer, Micro Electro Mechanical system (MEMS) dan DC Motor Operation*

Euftrat Tsaqib Qasthari ¹

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)
Universitas Indonesia¹, Depok, 16424, Indonesia

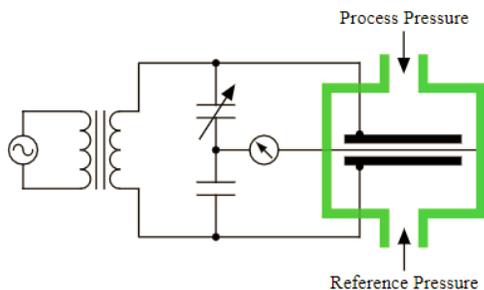
(euftrat.tsaqib@ui.ac.id¹)

1. Transduser

Transduser adalah alat yang mengkonversi energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya (Misal: dari energi potensial ke energi listrik). Transduser dapat diaplikasikan untuk merubah berbagai macam bentuk satuan fisis seperti (energi, torsi, cahaya, gerak, posisi dan lain-lain) menjadi bentuk energi listrik. Salah satu transduser misalnya transduser digital yang mempunyai elemen mekanis yang di kopelkan elemen yang dapat mentransferkan listrik. Transduser umumnya terbagi menjadi dua jenis yaitu transduser aktif dan transduser pasif. Elemen yang merubah secara langsung menjadi sinyal listrik adalah transduser aktif. Sedangkan transduser pasif adalah elemen yang membutuhkan bantuan eksternal untuk merespon perubahan energi. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran transduser adalah jangkauan (*range*), pengulangan (*repeatability*), *noise* dan *hysteresis*. Pada pembahasan kali ini akan dibahas tentang salah satu transduser digital pengukur tekanan yaitu *capacitive pressure transducer*.

a. Capacitive pressure transducer

Pada transducer tekanan berbasis kapasitansi terdapat diafragma, yaitu metal tipis yang di lapiisi kuarsa. Diafragma yang diapit oleh dua pelat kapasitor akan membengkok apabila *pressure port* berubah tekanannya, bila tekanan naik maka diafragma akan bergerak ke atas dan apabila tekanan turun diafragma akan bergerak turun. Apabila diafragma membengkok maka akan terjadi perubahan kapasitansi antara diafragma dan plat kapasitor. Sinyal AC yang terjadi pada plat digunakan untuk mengukur kapasitansi.



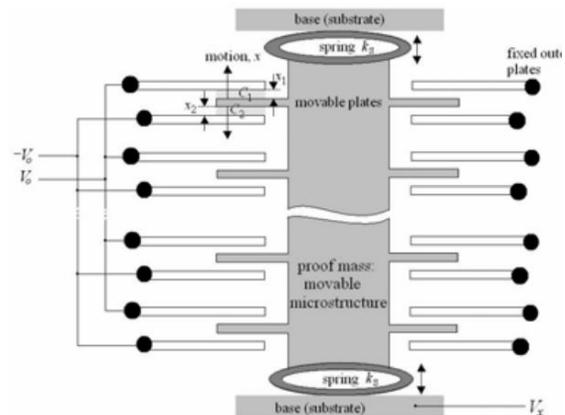
Gambar 1. Cara kerja *capacitive pressure trna*

$$P = \left(\frac{C_{fs}}{V_{ex}}\right)\left(\frac{V_{means}}{CF}\right)$$

Dengan keterangan C_{fs} adalah Full Scale Capacity (tekanan maksimum yang transduser dapat terima), V_{ex} adalah Excitation Voltage (beda tegangan yang di rekomendasikan), V_{means} (beda tegangan yang diukur) dan CF adalah faktor kalibrasi.

2. Micro Electro Mechanical systems (MEMS)

Microelectromechanical systems adalah devais yang mengintegrasikan antara komponen mekanik dan elektrik yang memiliki ukuran dari sekala micrometer hingga millimeter. MEMS dikemas ke dalam bentuk IC (Integrated Circuits). MEMS umumnya dibuat dengan menggunakan bahan silikon, polimer, metal dan keramik. Aplikasi MEMS ada berbagai macam seperti pada printer Inkjet yang menggunakan piezoelectrics pada pendeteksian tekanan darah digunakan sensor tekanan yang dikemas dalam bentuk MEMS dan pada mobil-mobil modern menggunakan sensor dalam bentuk MEMS seperti akselerometer, akselerometer adalah instrument yang dapat mengukur akselerasi dari sistem.



Gambar 2. Diagram akselerometer berdasarkan kapasitansi

Cara kerja akselerometer berbasis kapasitor yaitu akselerometer ini mengukur percepatan getaran tertentu dengan merubah kapasitansi dari plat diam yang berada di luar (*fixed outer plates*) dan plat bergerak yang ada di dalam (*movable plates*), kapasitansi yang berbeda pada dua lokasi (karena *movable plates* berada diapit oleh dua *static plates*) sehingga tegangan output berubah. Untuk mendapatkan besar akselerasi yang diukur dari system diatas dapat diformulasikan sebagai berikut

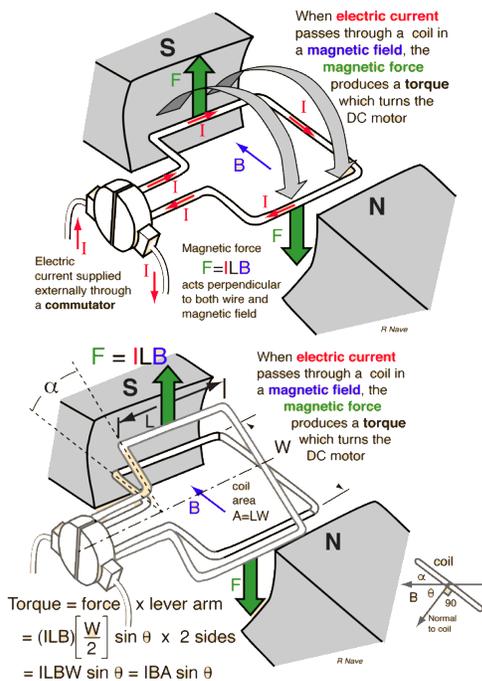
$$a = -\frac{kx_1^2}{2m \epsilon} \Delta C$$

Dengan keterangan K adalah konstanta pegas yang berada mengapit plat yang dapat bergerak, x_1 adalah jarak celah antara fixed plates (plat diam) dan movable plates (plat bergerak), m adalah massa dan ΔC adalah beda kapasitansi antara C_2 dan C_1 .

$$V_x = \frac{C_2 - C_1}{C_2 + C_1} V_0$$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan berbanding lurus dengan perubahan kapasitansi pada system. Lalu, kapasitansi yang berubah akan berbanding lurus dengan beda tegangan output.

3. DC Motor Operation



Gambar 3. Diagram cara kerja DC Motor

DC Motor adalah motor yang menggunakan arus searah (arus DC) sebagai sumber dayanya untuk menggerakkan *shaft* agar terjadi rotasi. DC Motor memiliki beberapa komponen penting yaitu, kawat U yang terhubung pada *shaft* untuk menggerakkan motor, dua magnet yang memiliki polaritas berbeda untuk menghasilkan medan magnet pada kawat dan komutator yang dapat membalikan arus pada kawat. DC Motor bekerja dengan mengalirkan arus dari komutator sehingga arus listrik yang mengalir tegak lurus dengan medan listrik, karena kawat ini arusnya tegak lurus terhadap medan listrik dengan arah yang berbeda sehingga gaya Lorentz yang bekerja pada kawat ada yang keatas dan kebawah menghasilkan torsi. Torsi yang bekerja pada system akan menggerakkan motor secara memutar. Arus yang mengalir pada komutator adalah pembagian tegangan dengan resistansi.

$$I = V/R$$

Daya input yang diakibatkan dari daya energi listrik akan di konversikan dengan daya output. Daya output tersebut merupakan daya mekanik yang bekerja pada system (torsi dan kecepatan angular).

$$P_{in} = IV$$

$$P_{out} = T\omega$$

Selain itu untuk mengetahui kecepatan angular dapat diketahui dari jumlah putaran per menit dikali dengan dua pi lalu dibagi 60.

$$\omega = rpm \cdot \left(\frac{2\pi}{60} \right)$$

Namun, daya input (P_{in}) tidak akan selalu 100% terkonversi ke daya output (P_{out}) karena motor ideal yang sempurna tidak ada. Oleh karena itu ada variabel efisiensi yaitu perbandingan antara daya input dengan daya output.

$$E = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Efisiensi yang dilambangkan oleh E adalah efisiensi yang bekerja pada sistem motor DC, umumnya motor DC yang baik memiliki efisiensi mendekati 70-80% dan motor DC yang kurang baik kerjanya memiliki efisiensi antara 50-60%. Lebih tinggi efisiensinya berarti sistem dapat lebih baik mengkonversi daya listrik menjadi daya yang digunakan untuk menggerakkan *shaft* DC motor untuk bergerak secara angular.

Daftar Pustaka

1. <http://simplemotor.com/calculations/> diakses 16 Desember 2017, 12.30 WIB
2. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/motdc.html> diakses 16 Desember 2017, 12.32 WIB
3. Risandriya, Rivai (2011). Aplikasi sensor *Micro Electro Mechanical system (MEMS)* sebagai identifikasi ketidaknormalan pada *conveyor belt system*, Politeknik Negeri Batam.
4. <http://www.ni.com/white-paper/3639/en/> diakses 16 Desember 2017, 12.36 WIB
5. <https://pubs.usgs.gov/twri/twri8a3/#N10454> diakses 16 Desember 2017, 12.40 WIB
6. <http://newton.ex.ac.uk/teaching/CDHW/Sensors/> diakses 16 Desember 2017, 12.45 WIB