

APLIKASI AKTUATOR PIEZOELEKTRIK

Farid Samsu Hananto*

Abstrak : Piezoelektrik aktuator adalah devais yang mempunyai kelebihan dalam akurasi gerakan, respon yang cepat dan gaya yang besar. Devais ini banyak diaplikasikan dalam industri mesin yang memerlukan kontrol yang presisi. Aplikasi dalam bidang perlengkapan elektronik seperti digital kamera dan telepon seluler dewasa ini sangat pesat perkembangannya.

Kata kunci: Aktuator piezoelektrik, kontrol posisi presisi, perlengkapan elektronik kompak.

Pendahuluan

Aktuator merupakan nama yang diberikan pada devais yang mengubah energi input menjadi energi mekanik, dan bermacam aktuator telah dibuat dan berfungsi sesuai dengan jenis energi input (gambar 1). Aktuator elektromagnetik, hidrolis dan pneumatik melakukan pergeseran secara tidak langsung dengan pergeseran sebuah piston dengan gaya elektromagnetik atau tekanan. Di pihak lain, aktuator piezoelektrik melakukan gerakan secara langsung dengan deformasi sebuah benda padat, dan pergeserannya mempunyai akurasi yang sangat tinggi, gaya yang lebih besar, respon yang lebih cepat dari pada jenis aktuator lain. Keuntungan ini dihasilkan oleh aktuator piezoelektrik yang diaplikasikan dalam bidang industri yang memerlukan kontrol posisi dengan presisi tinggi, seperti gerakan yang sangat sedikit dalam sistem pelelehan semikonduktor, probe yang memerlukan penempatan presisi tinggi, probe STM (scanning tunnel microscopy) dan AFM (atomic force microscopy).

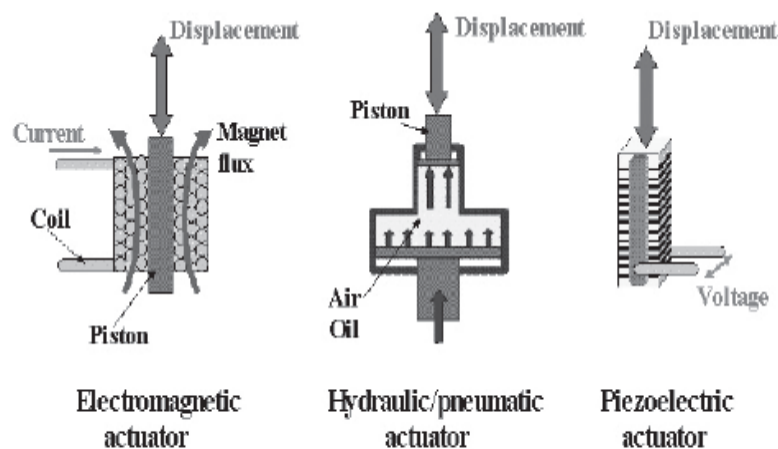


Fig. 1 Schemes of various actuators.

Keuntungan lain yaitu tidak diperlukannya coil, akan menyebabkan devais ini bisa dibuat sekecil mungkin, dengan efisiensi energi yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah mendorong penggunaan dalam berbagai devais yang kompak seperti kamera digital dan telepon seluler.

1. Fitur aktuator piezoelektrik

Bahan keramik piezoelektrik yang digunakan dalam aktuator piezoelektrik menghasilkan energi listrik ketika mendapat energi mekanis (efek piezoelektrik) dan akan menghasilkan energi mekanik bila diberi energi listrik (efek piezoelektrik kebalikan) (Gambar 2).

(*) Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

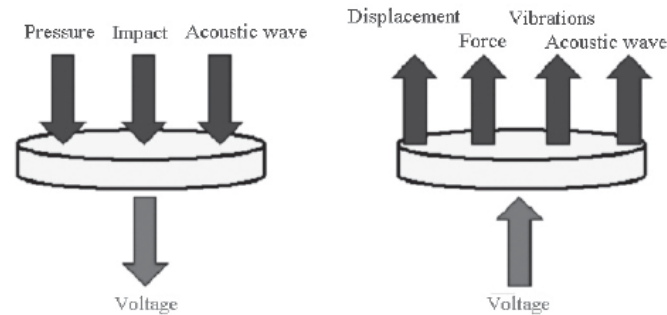


Fig. 2 Functions of piezoelectric ceramic.

Aktuator piezoelektrik adalah devais yang menggunakan efek piezoelektrik kebalikan. Contohnya ketika tegangan 1000 volt diberikan pada keramik piezoelektrik dengan ketebalan 1 mm (1000 v/mm medan listrik), maka akan terjadi peregangan sekitar $1\mu\text{m}$ pada bahan keramik tersebut. Dalam praktek peregangan ini terlalu kecil dengan tegangan yang terlampau tinggi. Untuk memperbesar peregangan/pergeseran maka perlu dibuat struktur tertentu.

Untuk mengurangi tegangan penggerak aktuator piezoelektrik, dapat dilakukan dengan mengurangi ketebalan bahan piezoelektrik tersebut. Dengan mengurangi tebal keramik menjadi 0,5 mm akan membuat tegangan penggerak menurun menjadi 500 volt saja.

Gambar 3a menunjukkan devais yang disebut aktuator piezoelektrik bimorph. Aktuator ini dibuat dengan cara membuat dua lapisan piezoelektrik dengan ketebalan beberapa ratus μm dan diberi pelat diantaranya. Dengan memberikan tegangan penggerak pada aktuator ini akan menyebabkan gerakan melengkung. Dengan struktur ini akan menghasilkan pergeseran yang cukup besar namun gayanya lebih kecil. Bentuk ini biasa digunakan dalam penyangga struktur dalam mekanisme penempatan dan biasanya tegangan penggeraknya beberapa ratus volt.

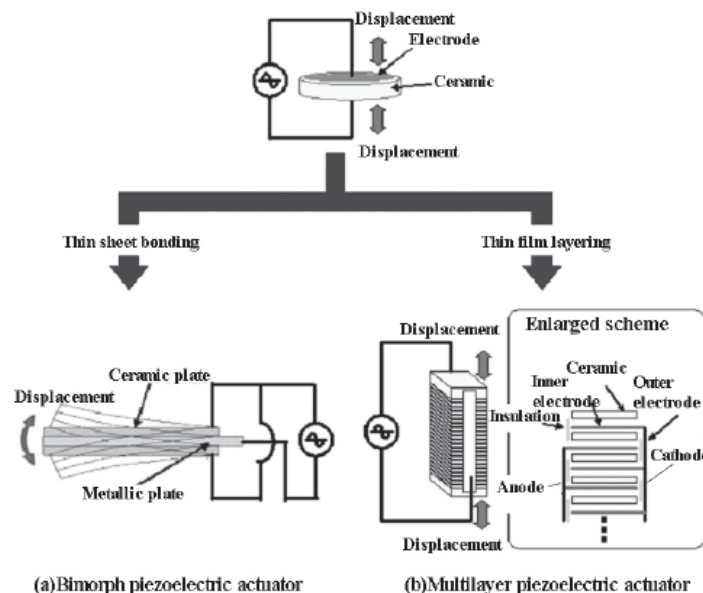


Fig. 3 Typical example of piezoelectric actuators.

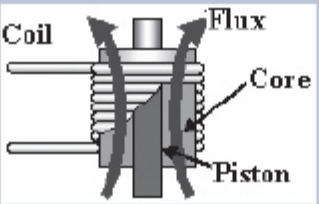
Gambar 3b menunjukkan aktuator piezoelektrik multi layer. Aktuator ini dibuat dengan cara menyatukan lapisan-lapisan piezoelektrik yang tebalnya ± 100 mikrometer.

Dengan aktuator piezoelektrik multi layer dihasilkan aktuator dengan tegangan penggerak yang lebih rendah, presisi, dan gaya geser yang tinggi serta respon yang cepat.

2. Aplikasi Aktuator Piezoelektrik

Aplikasi aktuator piezoelektrik dibandingkan dengan aktuator elektromagnetik mempunyai beberapa keuntungan dan kelemahan. Tabel 1 menunjukkan perbandingan aktuator piezoelektrik dan magnetik berdasar prinsipnya. Kelemahan dari aktuator piezoelektrik dari aktuator elektromagnetik adalah pergeseran yang kecil dan tegangan penggerak yang cukup tinggi. Namun dari kecilnya pergeseran itu diperoleh juga keuntungan yaitu presisi yang tinggi.

Table Comparison of actuator characteristics.

	Electromagnetic		Piezoelectric	
				
Drive system	Indirect drive by electromagnetic force		Solid deformation by inverse piezoelectric effect	
Displacement amount	○		×	1/10 to 1/100
Force generation	×		○	Utilization of solid rigidity
Displacement accuracy	×	> 0.1mm	○	0.01mm to 0.1mm
Response speed	×	> 1msec.	○	0.1 to 1 msec.
Energy efficiency	×	Coil winding loss	○	No coil
Noise	×	Piston sliding reciprocation noise	○	No piston
Proportional control	×	ON/OFF control	○	Voltage-proportional
Drive voltage	○		×	Hundreds of V/mm

○: Advantageous ×: Disadvantageous

Aktuator piezoelektrik multilayer dapat diaplikasikan dalam kontroller aliran dalam pembuatan semikonduktor yang memerlukan presisi yang sangat tinggi (Gambar 4). Ini adalah aplikasi Aktuator piezoelektrik multilayer yang mula-mula diterapkan dalam proses industri.

Penggunaan aktuator piezoelektrik multilayer untuk mengatur aliran memungkinkan untuk mengontrol aliran dengan lebih tepat dan lebih cepat dibanding katup elektromagnetik.

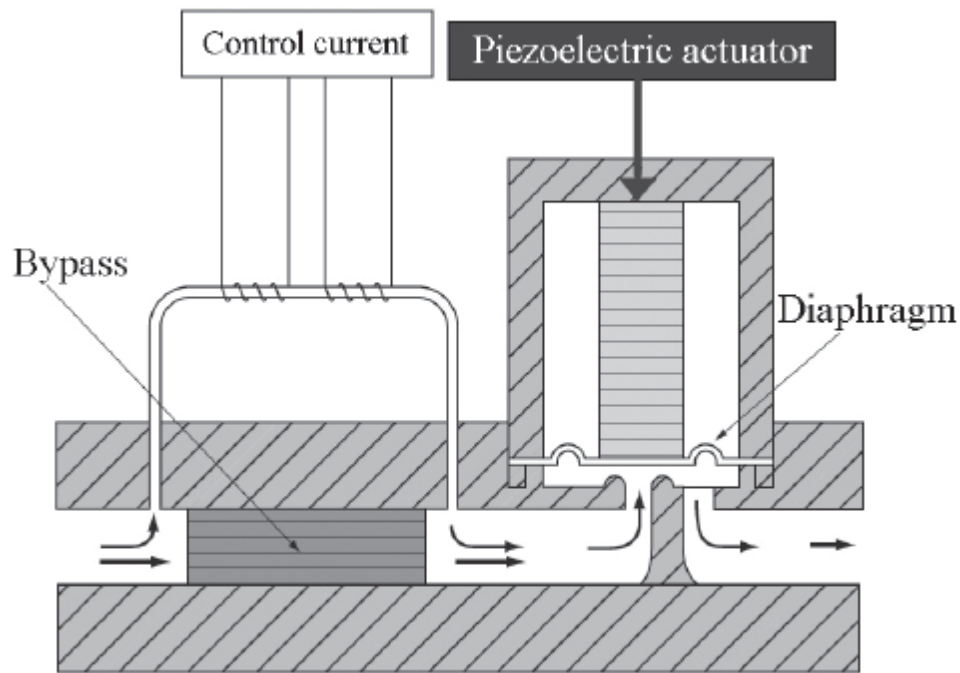


Fig. 4 Outline of the mass-flow controller.

Selanjutnya, aplikasi dalam fabrikasi semikonduktor menjadi semakin luas, termasuk dalam sistem exposure (pencahayaannya) dalam tahun 1990 an (Gambar 5). Pergeseran kasar dilakukan dengan motor servo, sedangkan gerakan yang halus digunakan aktuator piezoelektrik. Sistem yang seperti ini kemudian banyak digunakan dalam sistem-sistem lain.

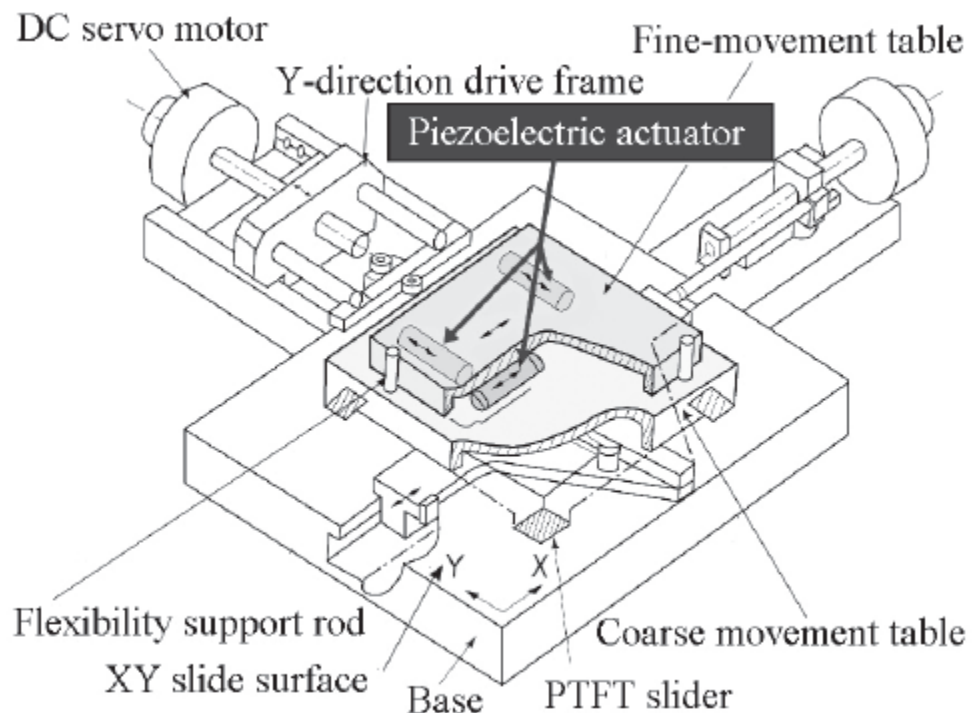


Fig. 5 Outline of the precision stage.

Pada tahun 1990 an, aktuator piezoelektrik juga digunakan dalam penepatan sumbu fiber optik (Gambar 6).

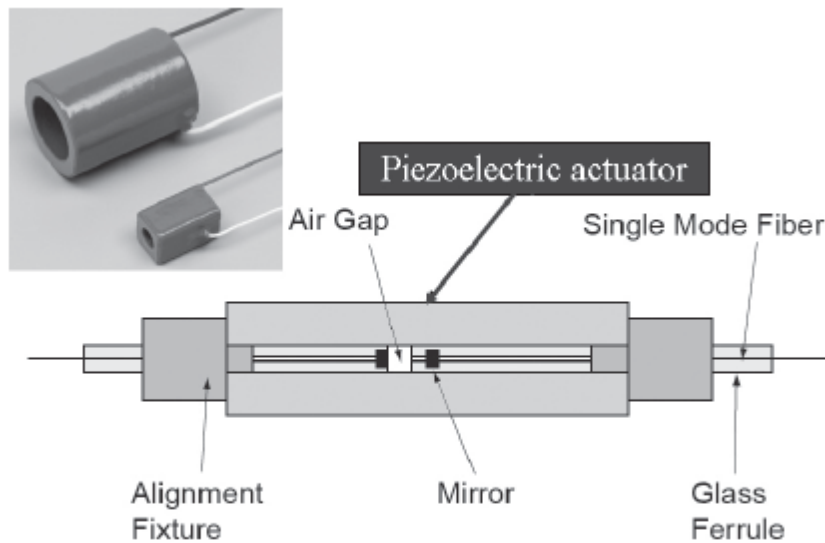


Fig. 6 Optical fiber axis alignment mechanism.

Aplikasi aktuator piezoelektrik juga ditemukan dalam kamera digital. Dalam melakukan pemotretan kadang gambar yang dihasilkan menjadi kabur akibat getaran tangan kita waktu memotret. Kamera jaman sekarang sudah dapat mengantisipasi getaran tangat saat pengambilan gambar ini dengan mengaplikasikan aktuator piezoelektrik ini.

Prinsip kerja dari anti blurr ini adalah sebagai berikut: ketika kamera kita bergeser/bergoyang, gerakan ini akan disensor oleh gyro sensor. Bila gyrometer menangkap adanya getaran maka getaran ini akan diikuti oleh aktuator piezoelektrik yang juga akan menggerakkan CCD (Charge Coupled Device) yaitu perangkat yang tugasnya menangkap gambar. Dengan gerakan CCD ini maka bayangan yang ditangkap oleh CCD tidak lagi blurr dan gambar yang dihasilkan pun tidak lagi mengalami blurr. Namun demikian getaran yang dapat dikompensasi oleh aktuator ini juga terbatas.

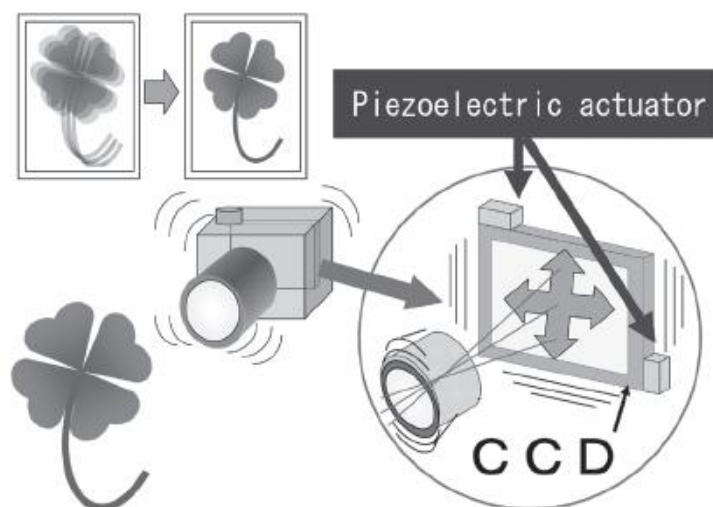


Fig. 7 The concept of hand-blurring correction of digital cameras.

Penggunaan aktuator dalam kamera digital juga dialami dalam hal tegangan penggerak. Kamera digital biasanya menggunakan baterai yang tegangannya hanya 5 volt sedangkan tegangan penggerak untuk aktuator piezoelektrik biasanya ratusan volt. Hal ini bisa dipecahkan dengan membuat struktur bimorph dan atau dengan aktuator multilayer. Dewasa ini telah dapat dibuat aktuator multilayer dengan ukuran $0.3 \times 0.3 \times 1,2$ mm dengan tegangan penggerak 5 volt. (photo 2)

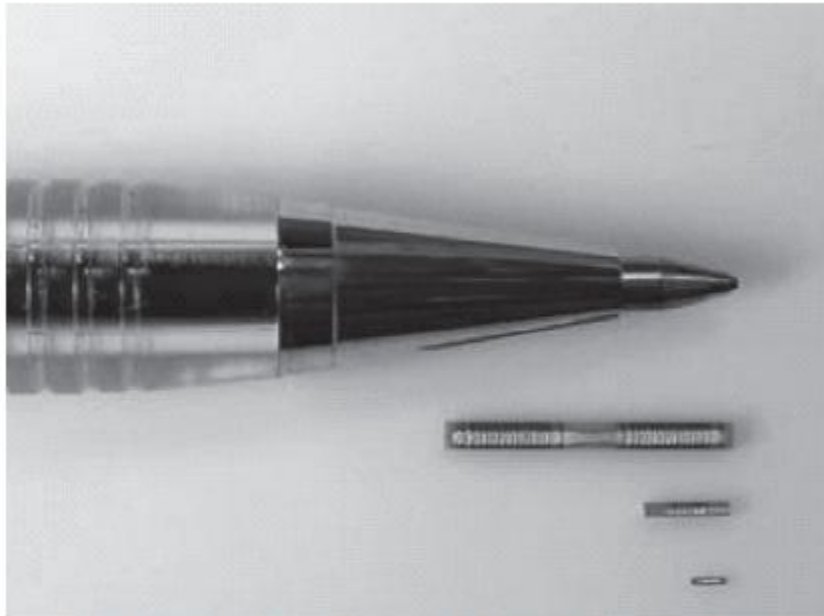


Photo 2 The world's smallest multilayer piezoelectric actuator.

KESIMPULAN

Aktuator piezoelektrik mempunyai fitur utama yaitu pergeseran yang sangat presisi. Kelemahan aktuator ini adalah tegangan penggerak yang cukup tinggi (ratusan volt). Namun dengan adanya teknologi nano telah dapat dibuat aktuator dengan tegangan penggerak tidak lebih dari 5 volts. Aktuator piezoelektrik mengalami kemajuan yang pesat dalam aplikasinya dari industri permesinan ke arah alat-alat elektronik praktis seperti kamera digital dan telepon seluler.

DAFTAR PUSTAKA

- Nec Tokin Corp. *Multilayer Piezoelectric Actuator Catalogue Vol 2.*
- Solid State Actuator research Sectional Committee edition*, Japan Teknology Transfer Association (Handbook of New Actuators for precision Control)
- Trends of Piezoelectric Actuator Technology, its Future Perspective*, 2004