

Desain Perangkat Penguji Karakteristik Motor Arus Searah Untuk Pengontrolan Sistim Mekanik dengan Komputerisasi.

Abstrak

Motor merupakan peralatan yang sering dijumpai sebagai penggerak dalam suatu pengontrolan posisi, motor tersebut dapat berupa motor stepper, motor AC, motor DC dan motor servo. Khusus untuk motor DC sebelum melakukan pengontrolan terhadapnya harus diketahui terlebih dahulu karakteristik motor tersebut, parameter yang sangat perlu diketahui berupa konstanta penguatan motor (K_m) dan konstanta waktu motor (T_m). Untuk mendapatkan karakteristik ini biasanya dilakukan pengujian tersendiri terhadap motor tersebut.

Karena karakteristik motor tersebut sangat penting dalam pengontrolan motor DC, maka penulis tertarik untuk merancang dan membuat suatu peralatan yang dapat menampilkan karakteristik motor DC yang dapat berlaku umum untuk setiap motor. Tampilan nilai karakteristik ini ditampilkan melalui sebuah PC yang dihubungkan oleh suatu perangkat antar muka yang dapat menyesuaikan perangkat periferal dengan komputer. Karena besarnya tegangan, arus dan daya peranti periferal kebanyakan tidak sesuai dengan yang ada dalam komputer, sehingga besaran-besaran ini harus disesuaikan dengan perangkat antar muka yang dikenal dengan Interface.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Motor arus searah atau DC motor merupakan salah satu actuator yang sering digunakan dalam mengatur sistim penggerak mekanik terutama untuk pengontrolan posisi. Namun DC motor lebih sulit dalam pengontrolannya jika dibandingkan dengan motor stepper karena DC motor memiliki karakteristik yang tergantung oleh bebannya. Sedangkan motor stepper untuk pengontrolan posisi tergantung oleh langkah yang tersedia yaitu tidak dipengaruhi oleh impedansi motor itu sendiri selama daya motor stepper masih memungkinkan. Biasanya pengguna disulitkan oleh bentuk setup pengujian karakteristik DC motor sehingga membutuhkan waktu lama hanya untuk pengujian satu motor. Untuk itu perangkat uji ini sangat bermanfaat sekali untuk melihat tingkah laku DC motor dengan berbagai beban.

Ketika saat pengaturan posisi dan kecepatan motor selalu dihadapkan oleh beban-beban yang berada pada motor itu sendiri seperti tahanan dalam (R_a), tahanan lilitan (L_a) dan inersia motor dan juga beban-beban yang berada pada peralatan mekanik seperti ulir, roda gigi dan bantalan. Sehingga keluaran (output) pada motor tidak sesuai yang diharapkan. Untuk itu perlu adanya penguatan voltase input dengan memberikan input tambahan pada motor.

Pada pengujian karakteristik beban motor akan didapatkan harga K_m yang merupakan nilai penguatan input voltase sedangkan T_m merupakan nilai waktu yang dibutuhkan untuk mencapai posisi.

Masalah Penelitian

Harga konstanta K_m dan T_m secara teori sulit didapatkan karena harga harga spesifikasi dari motor hanya diketahui oleh perusahaan pembuat dan nilainya setiap saat berubah oleh beban yang ditanggung oleh motor. Selama harga harga K_m dan T_m tidak diketahui maka pengaturan posisi dan kecepatan dari sistim mekanik sulit untuk dilakukan dan memiliki ketidakstabilan.

Pentingnya penelitian dan hasil yang diharapkan

Penelitian ini dirasakan perlu mengingat banyaknya mahasiswa yang melakukan penelitian menggunakan motor arus searah atau DC untuk pengontrolan sistim mekanik. Sehingga kesulitan mahasiswa dalam menguji karakteristik motor dapat teratasi. Diharapkan perangkat ini dapat dimanfaatkan sebagai media penguji bagi setiap mahasiswa yang menggunakan DC motor pada tugas akhirnya.

II. TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan dalam mendapatkan harga harga konstanta motor untuk pengontrolan posisi dan kecepatan pada sistim mekanik. Harga harga tersebut nantinya digunakan sebagai pengganda input pada motor dari hasil umpan balik keluaran. Dengan demikian pengguna dengan mudah melakukan aksi pengontrolan secara proportional (P), proporsional integral (PI), proporsional derivative (PD) atau proporsional integral derivative (PID).

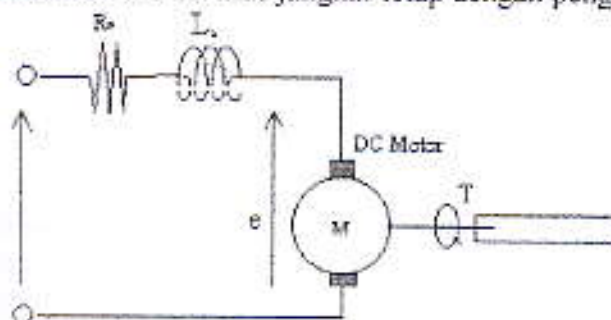
Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat bagi mahasiswa tugas akhir yang menggunakan motor arus searah sebagai penggerak (actuator) pada sistim mekanik. Perangkat ini dibuat portable sehingga dapat dengan mudah dipasang pada setiap jenis motor arus searah dan dengan mudah dipadang pada komputer.

III. TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Tinjauan Umum

Motor arus searah memiliki medan medan yang dieksitasi secara terpisah. Motor arus searah dapat dibedakan atas motor arus searah medan tetap dengan pengontrolan arus jangkar dan motor arus searah arus jangkar tetap dengan pengontrolan arus medan.



Gambar 1. Motor arus searah

R_a = Tahanan kumparan jangkar (ohm)

L_a = Induktansi kumparan jangkar (hendry)

- i_a = Arus kumparan jangkar (ampere)
- i_f = Arus medan (ampere)
- e_a = Tegangan yang dikenakan pada jangkar (volt)
- e_b = Gaya gerak listrik balik (volt)
- θ = Perpindahan sudut poros motor (rad)
- T = Torsi yang diberikan oleh motor (N-m)
- J = Momen inersia ekivalen motor dan beban pada poros motor ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)
- f = Koefisien gesekan viskos ekivalen motor dan beban pada poros motor (N-m/rad/det).

Torsi T yang dihasilkan motor sebanding dengan hasil kali arus jangkar i_a dan fluks celah udara Ψ , dimana Ψ berbanding lurus dengan arus medan atau

$$T = K_t i_a \Psi \quad K_t = \text{konstanta}$$

$$\Psi = K_f i_f \quad K_f = \text{konstanta}$$

Jika fluks konstan maka

$$T = K_t i_a$$

dimana $K_t = K_f \Psi = \text{konstanta torsi motor}$.

Pada saat jangkar berputar, suatu tegangan yang sebanding dengan hasil kali fluks dengan kecepatan sudut terinduksi pada jangkar. Untuk fluks yang konstan, tegangan induksi e_b berbanding dengan kecepatan sudut $d\theta/dt$, jadi

$$e_b = K_b \frac{d\theta}{dt} = K_b \omega(t)$$

Dimana K_b adalah konstanta gaya gerak listrik balik.

2. Pemodelan Motor Arus Searah

Kecepatan pada motor arus searah dengan pengaturan jangkar dikontrol oleh tegangan jangkar e_a . Tegangan jangkar e_a dicatu oleh suatu sumber tegangan, persamaan untuk rangkaian jangkar adalah

$$L \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + e_b = e_a$$

Arus jangkar menghasilkan torsi yang dikenakan pada inersia dan gesekan sehingga:

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + f \frac{d\theta}{dt} = T = K_t i_a$$

Dengan menganggap bahwa semua syarat awal adalah nol dan dengan mencari transformasi Laplace maka diperoleh persamaan :

$$K_b s \theta(s) = E_b(s)$$

$$(L_a s + R_a) I_a(s) + E_b(s) = E_a(s)$$

$$(J s^2 + f s) \theta(s) = T(s) = K_t I_a(s)$$

Bila $E_a(s)$ sebagai masukan dan $\theta(s)$ sebagai keluaran, maka fungsi alih sistim lup tertutup berupa:

$$\frac{\theta(s)}{E_a(s)} = \frac{K}{s[L_a s^2 + (L_a f + R_a J)s + R_a f + KK_b]}$$

Induktansi L_a pada rangkaian jangkar biasanya kecil dan dapat diabaikan, sehingga persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi:

$$\frac{\theta(s)}{E_a(s)} = \frac{K_m}{s(T_m s + 1)}$$

dimana :

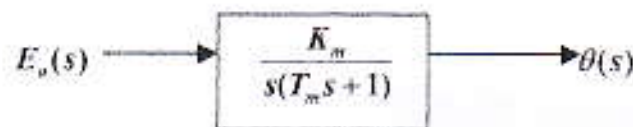
$$K_m = K / (R_a f + KK_b) = \text{konstanta penguatan motor}$$

$$T_m = R_a / (R_a f + KK_b) = \text{konstanta waktu motor}$$

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan ini dibuat portable sehingga setiap motor arus searah dapat ditancapkan pada perangkat ini dan dapat dikonek langsung pada setiap jenis komputer (PC). Dari simulasi yang dibuat komputer dapat menampilkan harga harga konstanta penguatan K_m dan waktu T_m pada setiap kali pengujian motor arus searah.

Untuk mendapatkan K_m dan T_m maka digunakan masukan berupa tegangan (fungsi tangga satuan) pada sistim lup terbuka motor



Gambar 2. Blok diagram motor arus searah

$$\begin{aligned} \theta(s) &= \frac{K_m}{s(T_m s + 1)} E_a(s) \\ &= \frac{K_m}{s(T_m s + 1)} \frac{1}{s} \end{aligned}$$

dengan menggunakan inverse laplace, maka didapat fungsi waktu sebagai berikut :

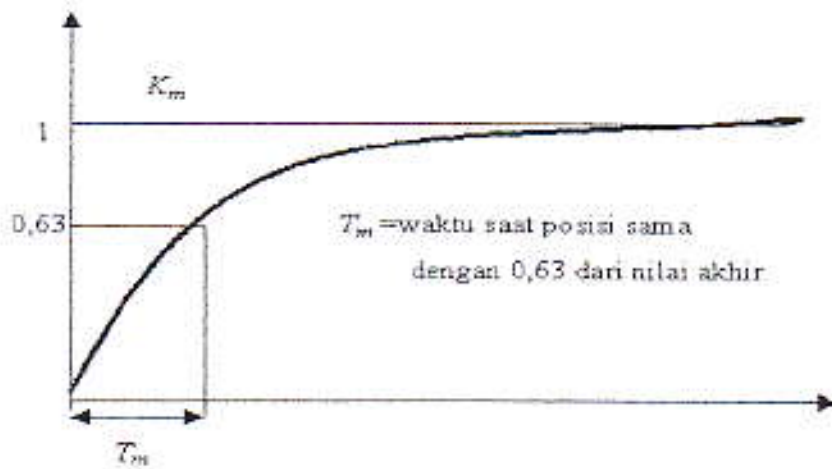
$$\begin{aligned} \theta(t) &= K_m t - K_m T_m + K_m T_m e^{-\frac{t}{T_m}} \\ \theta &= K_m \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right) \end{aligned}$$

Konstanta waktu adalah saat $t = T_m$, maka dapat ditulis menjadi

$$\theta = 0,63 K_m$$

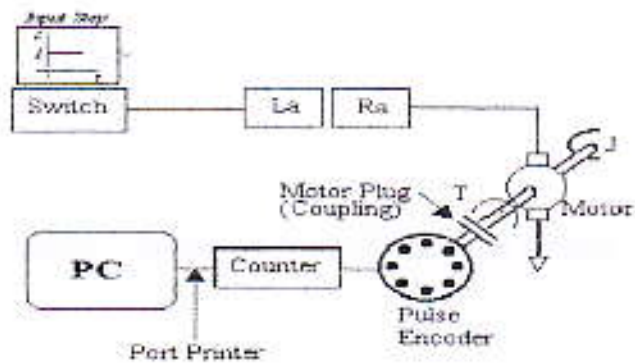
dari persamaan diatas maka konstanta waktu adalah waktu yang dibutuhkan, sehingga kecepatan adalah 0,63 dari nilai akhir.

Hubungan K_m dan T_m sebagai berikut:



Gambar 3. Hubungan Km dan Tm

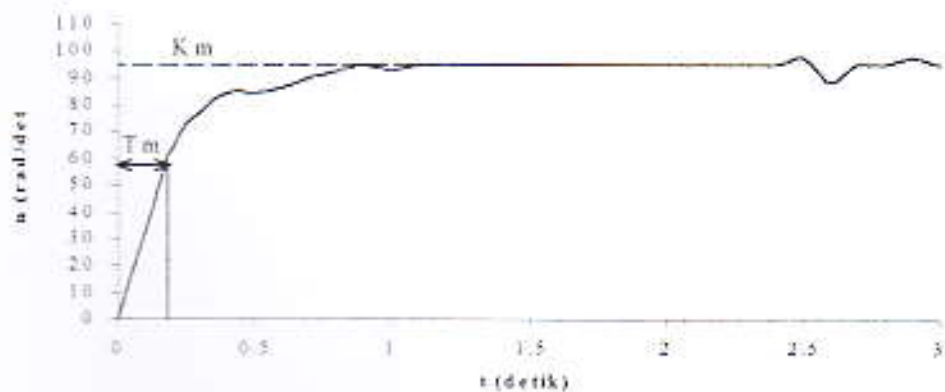
Secara diagram metoda ini dapat digambarkan sebagai berikut:



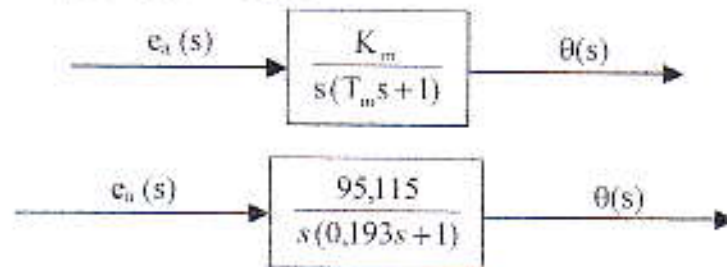
Gambar 4. Kontrol feedback dari posisi joint robot.

V. HASIL PENELITIAN

Menghitung Km dan Tm

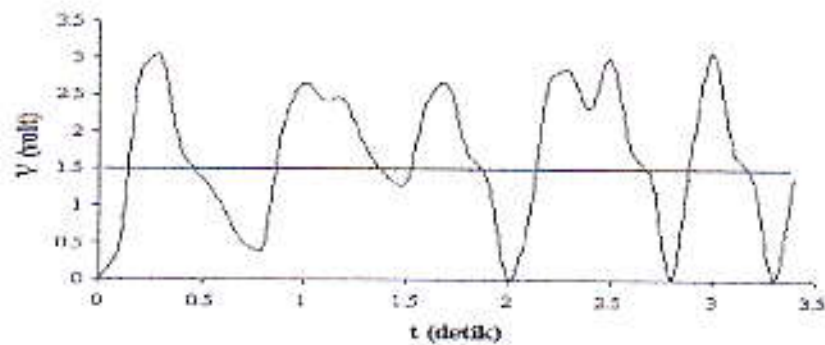


Gambar 5. Grafik respon sistem pada saat *loop* terbuka
 $K_m = 95,115$ $T_m = 0,193$

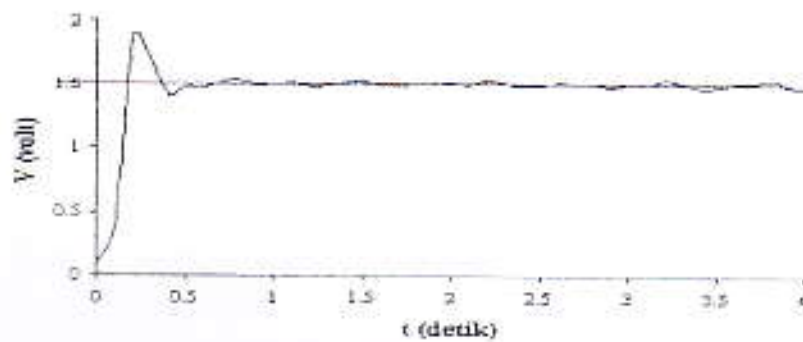


Gambar 6. Diagram blok *loop* terbuka

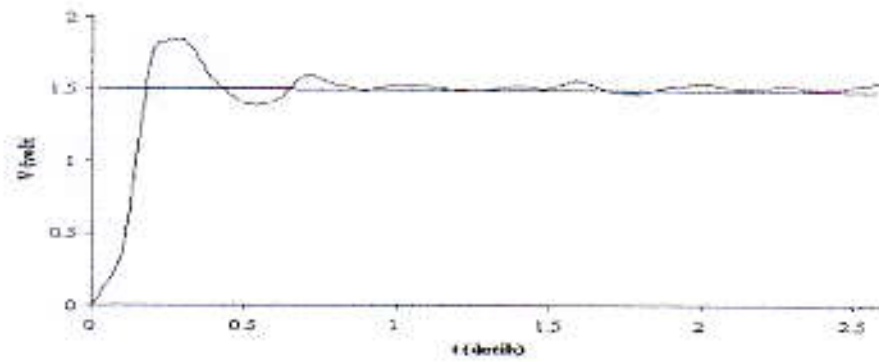
Pengaturan Umpun Balik



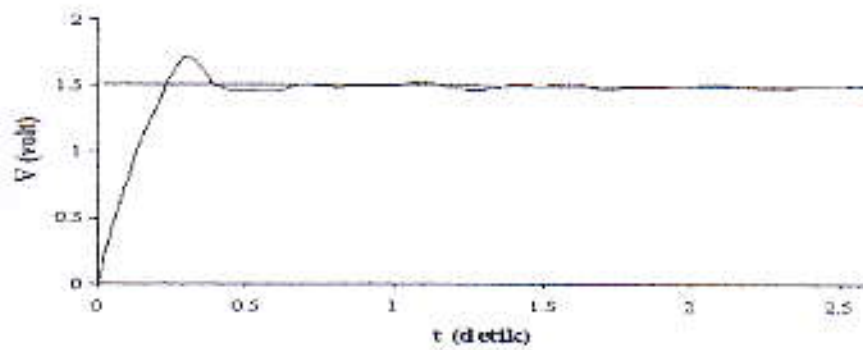
Gambar 7. Respon sistem pada saat $V = 1,5$ volt, $K_p = 2$



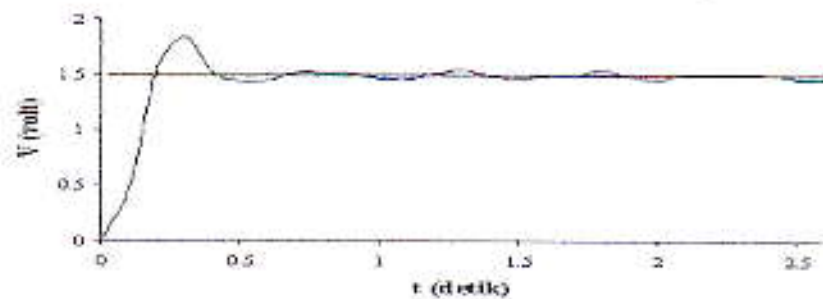
Gambar 8. Respon sistem pada saat $V = 1,5$ volt, $K_p = 1$



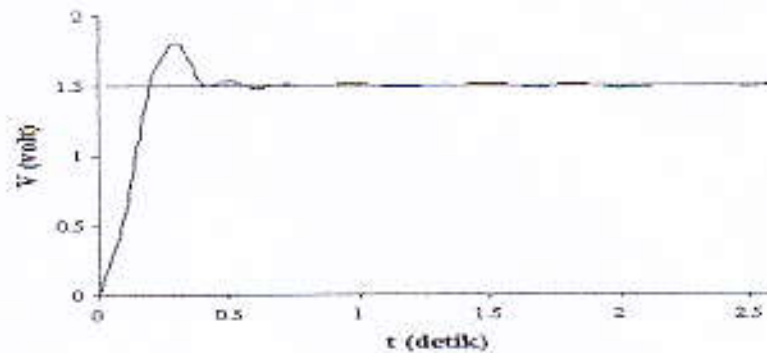
Gambar 9. Respon sistem pada saat $V = 1,5$ volt, $K_p = 1$, $K_i = 0,01$



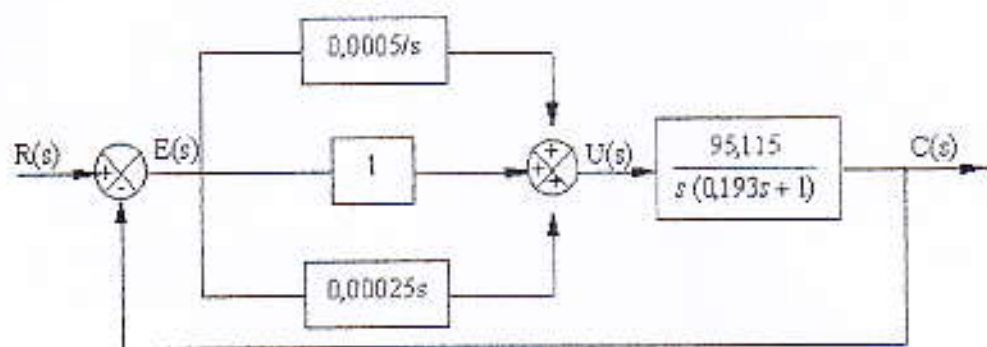
Gambar 4.7. Respon sistem pada saat $V = 1,5$ volt, $K_p = 1$, $K_i = 0,0005$



Gambar 10. Respon sistem pada saat $V = 1,5$ volt, $K_p = 1$, $K_i = 0,0005$, $K_d = 0,0001$



Gambar 11. Respon sistem pada saat $V = 1,5$ volt, $K_p = 1$, $K_i = 0,0005$, $K_d = 0,00025$



Gambar 12. Diagram blok sistem dengan konstanta PID

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana dengan dibiayai oleh dana Rutin Lembaga Penelitian Universitas Andalas. Terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Andalas, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unand dan semua pihak terkait dengan penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Bolton, W, *Mechatronics, Electronic control systems in mechanical Emgineering*, Addison-Wesly Longman Pubhliser, New York, 1999
2. Hall, Douglas V, *Microprocessors and Interfacng Programming and Hardware*, McGraw-Hill, New York, 1986.
3. Kusumo, Ario Suryo, *Buku Latihan Microsoft Visual Basic 6.0*, PT.Alex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
4. S., Wasito, *Vademenkum Elektronika*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1990.