

OTOMATISASI PEMBEBANAN DALAM UNJUK KERJA KARAKTERISTIK MOTOR DC PADA SISTEM KENDALI SERVOMEKANIK

Kartika Dewi¹⁾, Reski Praminasari²⁾

^{1,2)} Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri UjungPandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to design an automatic loading unit to observe the performance of DC motor characteristics that are implemented in modular servomechanics used in the practicum course of Regulatory System 1 Electrical Engineering Program of Ujung Pandang State Polytechnic (PNUP). The Loading Unit is designed using two up and down buttons as inputs for determining the angle (scale) of the loading unit which for subsequent unit loading is driven using the servo motor. Selection Methods in designing automatic loading units begin by conducting library studies and data collection on modular servomechanics and DC motor characteristics. Next design the embedded system as a control device which as the control center of the load unit movement, connect the hardware and software of the loading system and test the system as a whole using close loop system mode. The test results of automatic loading units provide a stable value of change compared to the use of manual loading units whose change values for each variable measurement fluctuate.

Keywords: *Automatic , DC Motor, Loading Unit, Servomechanical*

1. PENDAHULUAN

Kontrol otomatis (otomatis) telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Di samping sangat diperlukan pada pesawat ruang angkasa, peluru kendali, sistem pengemudian pesawat, dan sebagainya. Kontrol otomatis telah menjadi bagian yang penting dan terpadu dari proses-proses dalam pabrik dan industri modern. Misalnya, kontrol otomatis perlu sekali dalam kontrol numerik dari mesin alat-alat bantu di industri juga perlu sekali dalam operasi industri seperti pengontrolan tekanan, suhu, kelembaban, viskositas, dan arus dalam industri proses.

Karena kemajuan dalam teori dan praktek, kontrol otomatis memberikan kemudahan dalam mendapatkan performansi dari sistem dinamik, mempertinggi kualitas dan menurunkan biaya produksi, mempertinggi laju produksi, meniadakan pekerjaan-pekerjaan rutin dan membosankan yang harus dilakukan oleh manusia, dan sebagainya, maka sebagian besar insinyur dan ilmuwan sekarang harus mempunyai pemahaman yang baik dalam bidang ini.

Salah satu sistem pengendalian otomatis yang banyak digunakan saat ini di industri modern adalah servomekanisme. Istilah Sistem Servo atau sistem servomekanisme didefinisikan sebagai suatu sistem kontrol berumpan-balik dengan keluaran berupa posisi, kecepatan, atau percepatan mekanik.

Dalam mata kuliah Praktikum Sistem Pengaturan I Program Studi Teknik Elektronika, mahasiswa melakukan praktek sistem kendali umpan-balik menggunakan servomekanisme. Trainer servomekanisme salah satu penggunaannya adalah untuk mengamati dinamika kerja motor DC berbeban dan tidak berbeban menggunakan pengaturan jangkar. Namun dalam praktikum, beban dari trainer servomekanisme masih dikendalikan dengan manual dan tidak memiliki nilai acuan posisi beban sehingga sering kali mahasiswa menentukan posisi beban dengan nilai rekaan. Hal ini berakibat data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang rendah sehingga tujuan yang ingin dicapai tidak terlaksana. Oleh karena itu, kami berniat untuk merancang modul beban yang bisa bekerja dengan otomatis berdasarkan sudut yang diinput untuk mengamati perilaku dinamik dari motor DC khususnya pengaruh beban pada kinerja motor DC. Selain itu sebagai salah satu bentuk kontribusi kami terhadap proses belajar mengajar dan dunia pendidikan khususnya di program studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri UjungPandang (PNUP.)

Adapun tujuan Penelitian ini adalah bagaimana merancang Modul Unit beban yang otomatis (*otomatic Loading Unit*) dan mengamati perilaku pengaruh beban yang bekerja secara otomatis terhadap kinerja/dinamika Motor arus searah (DC) dengan pengaturan Jangkar dan menghasilkan Bahan Ajar tentang sistem servomekanik

Dengan tercapainya tujuan diatas, maka maafaat yang bisa dirasakan dari kegiatan penelitian ini adanya modul pembebanan yang bekerja secara otomatis sehingga diharapkan data yang presisi dalam pengamatan kinerja atau dinamika motor arus searah (DC) dan sekaligus menghasilkan bahan ajar mata kuliah sistem

¹ Koresponding : Kartika Dewi, Telp 081342470250, kartikadewi@poliupg.ac.id

pengaturan dan Praktikum Sistem Pengaturan pada Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri UjungPandang.

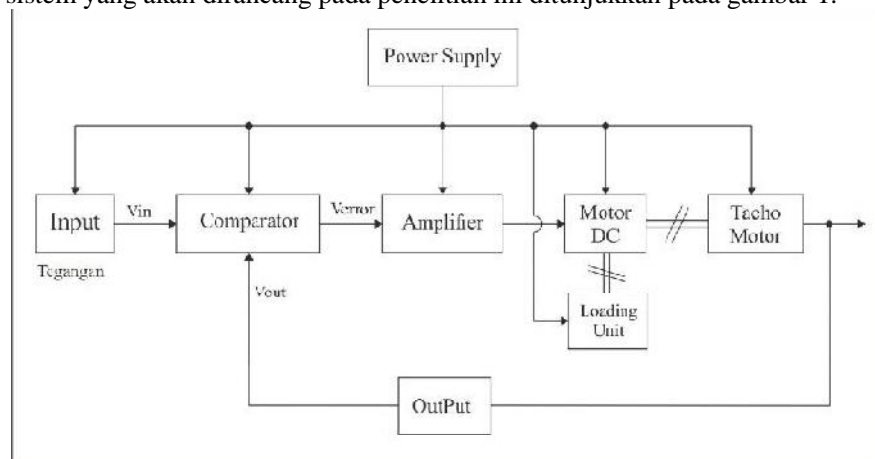
2. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini dibuat langkah-langkah dalam prosesnya untuk memudahkan dalam monitoring dan evaluasi. Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Kajian pustaka dan pengumpulan data pada sistem kerja dan karakteristik modular servomekanisme.
2. Membuat Pemodelan matematis dari sistem yang akan dirancang berdasarkan kajian pustaka yang telah diperoleh.
3. Mendesain unit beban yang dikendalikan melalui *embedded system*.
4. Perancangan unit beban (*Loading Unit*)
5. Pengamatan terhadap unjuk kerja atau dinamika motor DC dengan sistem kalang terbuka dan sistem kalang tertutup tanpa beban serta menggunakan beban yang diatur secara manual.
6. Perancangan sistem kendali servomekanisme dengan beban otomatis.
7. Melakukan ujicoba sistem bagian per-bagian (blok perblok)
8. Melakukan ujicoba dan evaluasi terhadap unjuk kerja sistem yang telah terintegrasi.
9. Membuat kesimpulan terhadap hasil penelitian dan pengembangan.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Pengaturan dan Otomasi Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Ujung Pandang Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar, Sulawesi-Selatan.

Model yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemodelan dinamika dari modular servomekanisme dengan pembebanan dan tanpa beban menggunakan kalang terbuka serta kalang tertutup. Diagram blok dari sistem yang akan dirancang pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar. 1 Diagram blok objek penelitian

Input atau set point dari sistem adalah tegangan menggunakan komponen potensiometer dengan nilai 10 K-ohm dengan skala 0-10. Unit input ini akan memberikan tegangan referensi dari setiap skala ketika terhubung ke sumber arus serah (DC). Blok komparator akan melakukan perbandingan antara tegangan input dan tegangan output motor. Selisih perbandingan tersebut adalah tegangan error yang menjadi masukan bagi blok amplifiier. Komparator dirancang menggunakan komponen Op-AMP. Blok Amplifiier adalah komponen-komponen transistor yang akan menggerakkan motor dengan dua arah putaran yakni searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Untuk menghindari kelebihan beban pada motor maka pada unit amplifiier dibuatkan alat ukur arus listrik dengan perlindungan sebesar 2 ampere.

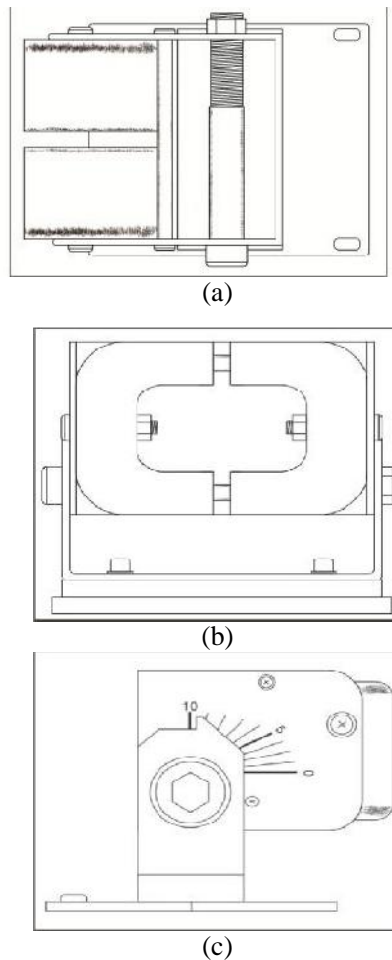
Unit motor-tacho adalah unit yang terdiri dari motor arus searah (DC) yang porosnya dikopel dengan tachometer yang akan menampilkan tegangan motor serta kecepatan putaran motor. Diantara kedua unit ini pada shaft motor dipasang sebuah piringan untuk memnudahkan mengetahui putaran dan posisi motor serta dalam pengujian kondisi berbeban yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Unit Motor-Tacho

Unit power supply merupakan sumber tegangan yang dapat menyuplai tegangan 24 V DC dengan arus sebesar 2 A. Pada panel depan dari power supply dipasang soket 4 mm untuk port tegangan $\pm 15V$ sebagai supply bagi unit input, amplifier, dan komparator.

Unit beban adalah unit pembebanan yang akan diposisikan pada lempengan aluminium yang berputar pada poros motor. Gambar perancangan dari unit beban yang akan menjadi salah satu luaran dari penelitian ini di tunjukkan pada gambar 3.



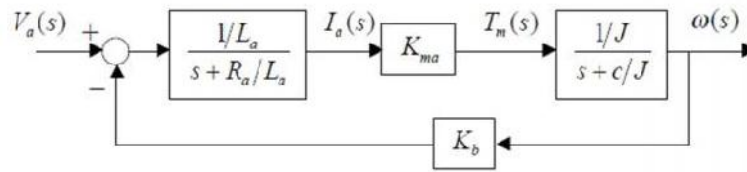
Gambar 3. Unit Beban (a) Tampak Atas, (b) Tampak Depan, (c) Tampak Samping

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan luaran yang diperoleh dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pemodelan Sistem Fisis

Pada pengontrolan arus kumparan jangkar motor, arus kumparan medan i_f ditahan konstant, dan arus kumparan jangkar dikontrol melalui tegangan V_a . Pada kasus ini, torsi motor yang dihasilkan linier terhadap arus kumparan jangkar. Blok diagram dari sistem dinamik motor dc dengan pangaturan jangkat direpresentasikan seperti berikut ini:

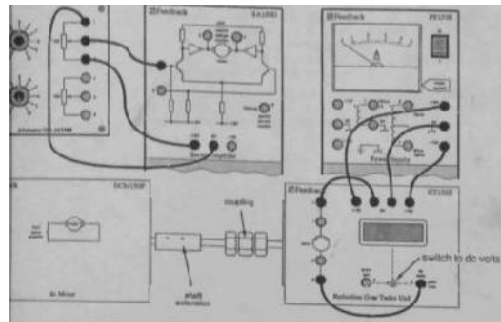


Gambar 4. Diagram Blok Sistem Fisis Kendali Motor DC dengan pengaturan Jangkar
 Penyelesaian dari blok diagram diatas, memberikan fungsi alih sebagai masukan tegangan kumparan jangkar menghasilkan perubahan kecepatan:

$$\frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{(K_{ma}/L_a \cdot J)}{(s + R_a/L_a) \cdot (s + c/J)(K_b \cdot K_{ma}/L_a \cdot J)}$$

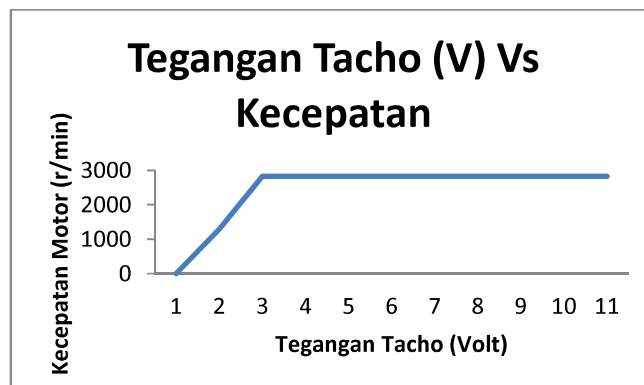
Unjuk Kerja Kecepatan Putaran Motor DC Kalang Terbuka

Pengaturan Kecepatan dapat dilakukan dengan mengatur sinyal masukan (Tegangan) pada Motor, karena kecepatan motor dipengaruhi oleh besarnya tegangan masukan yang diberikan padanya. Sistem pengaturan yang demikian biasa disebut sistem pengaturan kecepatan dengan kalang terbuka. Adapun gambar rangkaian percobaan dari sistem untuk kalang terbuka diperlihatkan pada gambar 3.2.



Gambar 4. Rangkaian Percobaan Motor DC kalang terbuka

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh grafik kecepatan putaran motor DC kalang terbuka seperti pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik Kecepatan Vs Tegangan Tachogenerator (Vg) tanpa beban kalang terbuka

Pada tahap awal motor tidak langsung bergerak dibutuhkan tegangan minimum tertentu untuk memulai putaran motor. Dan pada waktu tertentu motor akan mencapai kecepatan maksimumnya berapapun tegangan input yang diberikan. Pada percobaan ini diperoleh kecepatan maksimum dari motor 2820 r/min mulai tegangan ±3 Volt tegangan referensi dan ± 7 Volt tegangan tachogenerator.

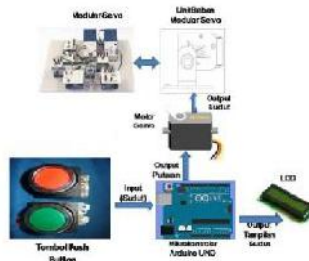
Unjuk Kerja Kecepatan Putaran Motor DC kalang Tertutup berbeban

Pada percobaan ketiga, digunakan rem magnetik sebagai beban dengan memasang piringan aluminium pada poros kecepatan tinggi motor. Pada percobaan ini dimaksudkan untuk memperlihatkan bahwa dengan *gain* yang lebih tinggi, berkurangnya kecepatan akan menyebabkan kenaikan harga kesalahan yang lebih besar.

Nilai posisi beban berbanding lurus terhadap nilai tegangan error. Hal ini karena nilai tegangan tachogenerator lebih kecil dari tegangan referensi sehingga kecepatan putaran motor DC menurun. Kecepatan putaran motor DC tidak dapat meningkatkan atau menuju kecepatan referensi karena pada sistem pengaturan ini belum menggunakan sistem kontrol, sehingga walaupun tegangan keluaran diumpanbalikkan belum ada perbaikan nilai error saat kondisi berbeban.

Perancangan Sistem Pembebanan Secara Otomatis

Pada tahap ini dilakukan ujicoba unjuk kerja sistem pengaturan putaran motor DC kalang terbuka dan kalang tertutup menggunakan unit beban yang diatur secara otomatis. Dimana posisi beban akan diatur sudutnya tidak lagi secara manual menggunakan tangan manusia sebagai input dan mata manusia sebagai kendali. Namun, diganti dengan menggunakan dua tombol *push button* sebagai penentu posisi sudut beban dan mikrokontroler arduino sebagai kendali beban.



Gambar 6. Diagram Blok Perancangan unit pembebanan modular servo (MS-150) yang diatur secara otomatis

Prinsip kerja perancangan diagram blok diatas menunjukkan bahwa terdapat 2 input dari *Loading Unit* Otomatis yaitu tombol *Push Button* posisi naik dan Tombol *Push Button* posisi turun. Dimana setiap penekanan tombol akan merubah sudut pembebanan sebesar 10^0 dengan perubahan satu skala. Masukan *Push Button* terhubung langsung ke mikrokontroler Arduino sebagai pusat kontroler kemudian sinyal pwm sebagai sinyal kontrol dikirim oleh Arduino ke motor servo yang akan menggerakkan unit pembebanan serta mengirimkan text ke LCD untuk menampilkan sudut yang dibentuk oleh unit pembebanan. Setelah tahapan perancangan sistem menggunakan blok diagram selanjutnya diimplementasikan dengan membuat rangkaian skematik dari sistem yang telah di rancang. Gambar 7 menunjukkan hasil perancangan unit pembebanan otomatis dengan input tombol *Push Button*



Gambar 7 Loading Unit Otomatis Tampak Depan

Unjuk Kerja Motor DC sistem Kalang Tertutup dengan Unit Pembebanan Otomatis

Percobaan berikutnya adalah melihat pengaruh unit pembebanan otomatis terhadap unjuk kerja motor DC sistem kalang tertutup. Percobaan ini juga menggunakan trainer MS-150 sebagai unit servomekanik yang kopel dengan unit pembebanan otomatis hasil perancangan. Adapun gambar percobaan pada bagian ini diperlihatkan pada gambar 8 (a) dan (b).



Gambar 8 Ujicoba Sistem Kontrol Loop Tertutup Dengan unit pembebanan otomatis

Dari Ujicoba pada percobaan gambar 3.6 (a) dan (b) dapat dilihat bahwa pengaruh *Loading Unit* otomatis terhadap tegangan input atau set point, pengaruh unit pembebanan otomatis terhadap tegangan tacho yang berdampak pada kecepatan putaran motor DC. Adapun hasil ujicoba karakteristik motor DC dengan unit pembebanan otomatis menggunakan pengaturan kalang tertutup ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Percobaan Sistem Kontrol Loop Tertutup Dengan Beban

Sudut Beban	Skala								
	0			1			3		
	Vin	Tacho (V)	Speed r/min	Vin	Tacho (V)	Speed r/min	Vin	Tacho (V)	Speed r/min
80	0,3	1,12	440	0,5	2,2	810	1,2	4,4	1720
70	0,35	1,15	420	0,53	2,1	780	1,27	4,59	1670
60	0,4	1,1	400	0,61	2,06	750	1,42	4,4	1600
50	0,45	1,07	380	0,72	1,95	710	1,7	4,16	1510
40	0,47	1,03	370	0,8	1,87	680	2,35	3,5	1280
30	0,57	1	360	0,86	1,81	660	3	2,86	1040
20	0,59	0,93	360	0,97	1,7	620	3,81	2,01	730
10	0,6	0,9	350	1,02	1,65	600	4,08	1,77	640

4. KESIMPULAN

1. Beban Motor Mempengaruhi Kecepatan putaran motor DC, Posisi Sudut Beban akan mengurangi Kecepatan Putaran Motor DC.
2. Nilai tegangan Input berbanding lurus dengan kecepatan putaran motor DC.
3. Penggunaan Unit Pembebanan otomatis menghasilkan nilai perubahan yang lebih stabil dalam ujicoba unjuk kerja motor DC dibandingkan penggunaan unit pembebanan manual pada sistem loop tertutup.

5. DAFTAR PUSTAKA

Aryani, Dharma, 2010, *Modul Ajar Sistem Pengaturan II*. PNUP. Makassar .
 Arvani, Farid, Syeda N. Ferdous , M. Tariq Iqbal, 2014, *Digital Control of MS-150 Modular Position Servo System*, Faculty of Engineering, Memorial University of Newfoundland. Feedback Instrumens. Modular Servo System, England.
 Gunterus, Frans, 2004, *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*, jakarta: PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
 Gamayanti, Nurlita, " *Desain Kontroler PID Modifikasi* ", *Diktat Kuliah Dasar Sistem Pegaturan*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
 How R.C. servo motors work, diakses tang-gal 19 Maret 2016, <http://www.digitalnemesi.com/info/docs/rcservo/>
 Katsuhiko Ogata. *Teknik Kontrol Automatik – terjemahan*: Ir. Edi Laksono, Erlangga, Jakarta, 2000
 Kuo, Benjamin C, 1982, *Automatic Control System*. Prentice Hall.
 Maeda, Y, dkk, 1993, *Kontrol Automatik*. Surabaya. PENS ITS. JICA
 Nur Aminah.,2014, *Bahan Ajar Sistem Pengaturan II*. PNUP. Makassar