

Pengendali Kecepatan Motor Dc Dengan Penyearah Terkendali Semi Konverter

¹M. Fahrizal Untoro 1, ²Mochammad Alfians .R, ³Didit Lestyo ⁴Belly Yan Dewantara, ⁴Iradiratu D. P. K

^{1,2} Sistem Tenaga, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Surabaya

¹ fahrizaluntoro@gmail.com, ² malfyans1614@gmail.com, ³ diditlesty3@gmail.com, ⁴ bellyyandewantara@yahoo.com, ⁵ iradiratu@hangtuah.ac.id

Abstrak - Simulasi merupakan langkah penting dalam perencanaan. Simulink pada Matlab dapat digunakan untuk membuat simulasi sistem dengan berbagai bidang. Makalah ini membahas pengendalian kecepatan motor DC dengan menggabungkan elektronika daya sebagai pencatu, sistem listrik pada motor DC, dan sistem mekanis pada beban motor DC. Kecepatan motor DC dapat diatur menggunakan berdasarkan besar tegangan jangkarnya, yang dalam hal ini dapat dilakukan dengan penyearah terkendali. Kecepatan motor dikontrol menggunakan metode Proporsional-Integral. Hasil kontrol adalah arus referensi (I_{ref}). Arus referensi tersebut akan dibandingkan dengan arus jangkar untuk mengatur pencatutan thyristor. Pengaturan loop tertutup ini akan menghasilkan kecepatan yang dapat dipertahankan untuk beban dinamis.

Kata Kunci: Matlab, Simulink, Simulasi, Semi konverter, Motor

Abstraks - Simulation is an important step in planning. Simulink in Matlab can be used to simulate systems with various fields. This paper discusses the regulation of DC motor speed by transferring electronic power as a feeder, an electrical system on a DC motor, and a mechanical system on a DC motor load. The speed of a DC motor can be adjusted using a large anchor voltage, which in this case can be done with a controlled rectifier. Motor speed is controlled using the Proportional-Integral method. The control result is the reference current (I_{ref}). This reference axis will compare with the anchor current for thyristor rationing. This closed loop arrangement will produce a speed that can be used for dynamic loads.

Keywords : Matlab, Simulation, Semi converter, Motor

I. PENDAHULUAN

Aplikasi sistem listrik di lapangan tidak cukup hanya menggunakan analisis rangkaian listrik semata, tetapi sering terkait dengan bidang-bidang yang lain seperti sistem mekanis, sistem thermal, dan sistem kendali. Oleh karena itu, tahap perencanaan memerlukan kajian multidisipliner dalam rangka mencari alternatif-alternatif baru maupun memperbaiki

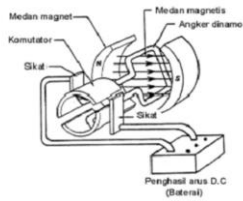
sistem yang sudah ada. Langkah akhir dalam perencanaan adalah melakukan simulasi. Simulasi ini sangat membantu karena dapat menghemat banyak hal, seperti waktu, tenaga, biaya serta resiko yang dihadapi jika terjadi kegagalan. Sekarang ini, banyak sekali software yang menawarkan program simulasi, salah satunya adalah Matlab. Simulink pada Matlab mampu menjembatani banyak sistem dengan sangat sederhana, cepat, dan mudah (Schuler, A Charles).

Makalah ini membahas simulasi pengendali kecepatan motor DC dengan menggunakan penyearah terkendali semi konverter. Simulasi dilakukan dengan software Matlab 5.31, yaitu dengan Simulink dan Power System Blockset. Kecepatan motor DC diatur berdasarkan pengaturan tegangan jangkar menggunakan penyearah terkendali semi konverter. Simulasi ini akan mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap kecepatan motor (Schuler, A Charles).

2. DASAR TEORI

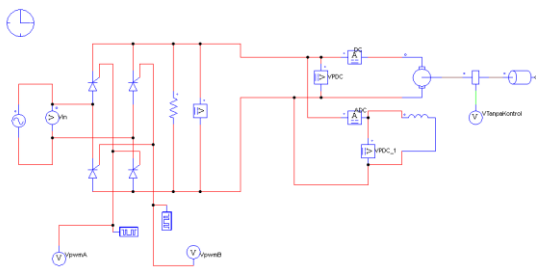
2.1 Pengertian Motor DC

Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Misalnya generator / starter untuk turbin gas, atau motor traksi yang digunakan untuk kendaraan, sering melakukan kedua tugas. motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik (Liangzhong Jiang(2009)).



Gambar 1 Motor Dc sederhana

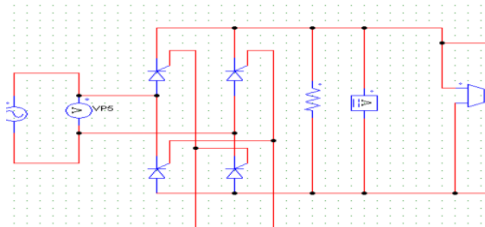
Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin difungsikan sebagai apa. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC (Liangzhong Jiang(2009).



Gambar 2 Rangkaian Motor DC Tanpa PI

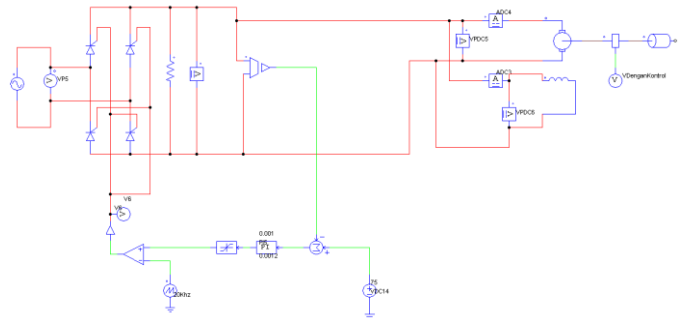
2.3. Penyearah Terkendali

Penyearah terkendali digunakan untuk mengubah sumber tegangan AC tetap menjadi tegangan DC variabel. Penyearah terkendali gelombang penuh dapat dibedakan menjadi dua, yaitu full converter dan semi converter. Perbedaannya keduanya terletak pada switching device yang digunakan, jika semuanya merupakan peralatan yang dapat dikontrol seperti SCR, maka disebut full converter, sedangkan jika menggunakan kombinasi dengan dioda maka disebut semi converter (Bharat Bhushan, Madhusudan Singh). Penyearah terkendali dapat menggunakan Thyristor (SCR, GTO). Perbedaan antara SCR dan GTO ada pada pulsa pengendalinya, SCR disulut dengan pulsa positif kemudian akan terus mengalirkan arus. SCR akan off jika tegangan pada anoda sama dengan nol, sedangkan untuk GTO, dapat dimatikan dengan cara memberikan pulsa negative (Bharat Bhushan, Madhusudan Singh)



Gambar 3. Rangkaian penyearah

3. Konfigurasi Sistem



Gambar 4 Rangkaian Dengan Control PI

3.2 Motor Dc

Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. Berikut adalah tabel spesifikasi motor DC :

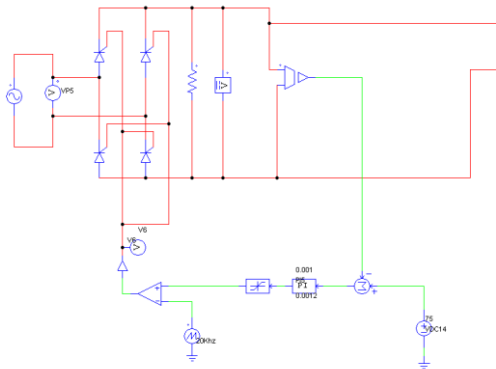
Tabel 1. Spekfikaasi Motor Dc

| | |
|--------------------|------|
| Ra (amature) | 0.5 |
| La (amature) | 0.01 |
| Rf (field) | 75 |
| Lf (field) | 0.02 |
| Moment of Inertia | 0.4 |
| Vt (rated) | 120 |
| Ia (rated) | 10 |
| N (rated, in rpm) | 1200 |
| If (rated) | 1.6 |

3.3 Kontrol PI

Suatu pengontrol proporsional yang memberikan aksi kontrol proporsional dengan error akan mengakibatkan efek pada pengurangan rise time dan menimbulkan kesalahan keadaan tunak (offset). Suatu pengontrol integral yang memberikan aksi kontrol sebanding dengan jumlah kesalahan akan mengakibatkan efek yang baik dalam mengurangi kesalahan keadaan tunak tetapi dapat mengakibatkan respon transien yang memburuk. Pengetahuan tentang efek yang diakibatkan oleh masing-masing pengontrol tersebut yang nantinya akan digunakan pengendalian aliran tersebut memerlukan sebuah kontrol untuk rectifier, dimana kontrol yang digunakan yaitu kontrol PI analog dengan menggunakan

op-amp. *Output* dari kontrol PI akan dihubungkan dengan kaki basis pada transistor yang akan menghidupkan rectifier. 20Khz , Gain 0.001,time constaint 0.0012 dan amplitude 75. (Swain, T.K. 2014).



Gambar 5. Rangkaian Controller PI

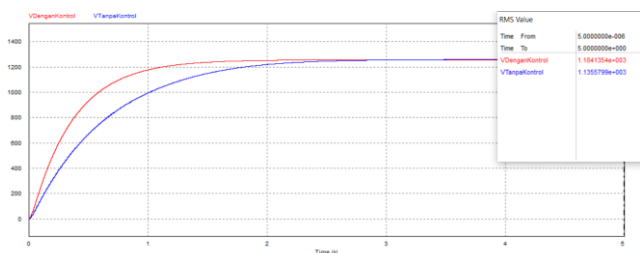
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan awal di set 100 rad/s, dibebani mendadak sehingga kecepatan turun menjadi 90rad/s. Saat $t=0,6s$ set kecepatan diubah menjadi 40rad/s, kecepatan ini dapat dicapai setelah 0,4s. besarnya penurunan torsi tidak memberikan pengaruh pada kecepatan motor. Simulasi pengendali kecepatan motor DC metode pengendalian proporsional-integral ($K_p = 1,59$ dan $K_i = 15,9$) menggunakan penyearah terkendali jenis semi konverter dengan software Matlab/Simulink mampu menunjukkan kinerja yang cukup bagus

4.1 Nilai Output Kecepatan Motor DC

4.1.1 Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Tanpa Beban

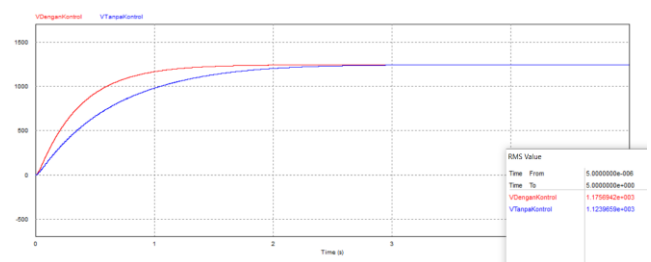
Pada Percobaan pertama ini menggunakan inputan V_{ref} 150 dengan beban 0 Nm. Hasil percobaan tersebut menunjukkan nilai $V_{out} = 85,5$. Perbedaan antara dengan Kontrol dan tanpa Kontrol yaitu pada Time measure nya yang bisa dilihat pada dengan Kontrol 1.23 s dan tanpa Kontrol 1,15 s. Steady state yang didapat dari dengan kontrol 2 s, sedangkan tanpa kontrol 3 s. Waktu percobaan yg didapat yaitu 5 s. Pada starting pertama dengan kontrol mendapatkan 1184 Rpm dan tanpa kontrol mendapatkan 1135 Rpm



Gambar 6. Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Tanpa Beban

4.1.2 Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Berbeban 1 Nm

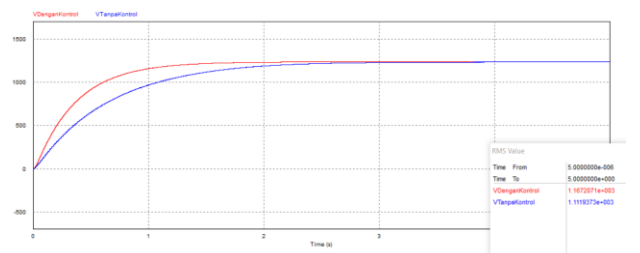
Pada Percobaan kedua ini menggunakan inputan V_{ref} 150 dengan beban 1 Nm. Dapat dilihat beberapa penurunan hasil mulai dari V_{out} dan V_{speed} . Hasil percobaan tersebut menunjukkan nilai $V_{out} = 84,7$. Perbedaan antara dengan Kontrol dan tanpa Kontrol yaitu pada Time measure nya yang bisa dilihat pada dengan Kontrol 2,02 s dan tanpa Kontrol 1,11 s. Steady state yang didapat dari dengan kontrol 1,2 s, sedangkan tanpa kontrol 2 s. Waktu percobaan yg didapat yaitu 5 s. Pada starting pertama dengan kontrol mendapatkan 1175 Rpm dan tanpa kontrol mendapatkan 1123 Rpm



Gambar 7. Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Bereban 1

4.1.3 Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Bereban 2 Nm

Pada Percobaan ketiga ini menggunakan inputan V_{ref} 150 dengan beban 2 Nm. Dapat dilihat beberapa penurunan hasil mulai dari V_{out} dan V_{speed} . Hasil percobaan tersebut

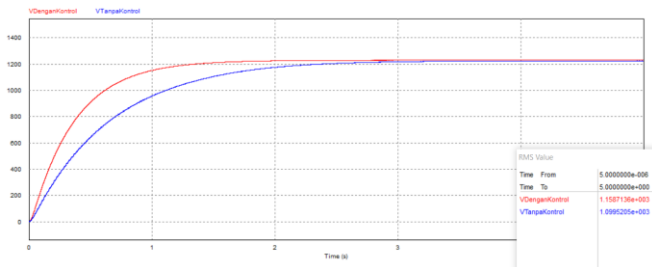


menunjukkan nilai $V_{out} = 83,5$. Perbedaan antara dengan Kontrol dan tanpa Kontrol yaitu pada Time measure nya yang bisa dilihat pada dengan Kontrol 0 s dan tanpa Kontrol 1,46 s. Steady state yang didapat dari dengan kontrol 1,2 s, sedangkan tanpa kontrol 2,2 s. Waktu percobaan yg didapat yaitu 5 s. Pada starting pertama dengan kontrol mendapatkan 1167 Rpm dan tanpa kontrol mendapatkan 1111 Rpm

Gambar 8. Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Bereban 2

4.1.4 Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Bereban 3 Nm

Pada Percobaan keempat ini menggunakan inputan Vref 150 dengan beban 3 Nm. Dapat dilihat beberapa penurunan hasil mulai dari Vout dan Vspeed. Hasil percobaan tersebut menunjukkan nilai Vout = 82,5. Perbedaan antara dengan Kontrol dan tanpa Kontrol yaitu pada Time measure nya yang bisa dilihat pada dengan Kontrol 3,58 s dan tanpa Kontrol 9,36 s. Steady state yang didapat dari dengan kontrol 1,5 s, sedangkan tanpa kontrol s. Waktu percobaan yg didapat yaitu 5 s. Pada starting pertama dengan kontrol mendapatkan 1158 Rpm dan tanpa kontrol mendapatkan 1099 Rpm



Gambar 9. Kecepatan Motor DC Dengan Keadaan Berbeban 3

| Beban | Vref | Time Measure | Vspeed | Steady State |
|-------|------|--------------|----------|--------------|
| 0 Nm | 150 | 1,23 s | 1184 Rpm | 2 s |
| 1 Nm | 150 | 2,02 s | 1175 Rpm | 1,2 s |
| 2 Nm | 150 | 0 s | 1167 Rpm | 1,2 s |
| 3 Nm | 150 | 3,58 s | 1158 Rpm | 1,5 s |

Tabel 2. Keterangan Hasil Analisa dengan Kontrol

| Beban | Vref | Time Measure | Vspeed | Steady State |
|-------|------|--------------|----------|--------------|
| 0 Nm | 150 | 1,15 s | 1135 Rpm | 3 s |
| 1 Nm | 150 | 1,11 s | 1123 Rpm | 2 s |
| 2 Nm | 150 | 1,46 s | 1111 Rpm | 2,2 s |
| 3 Nm | 150 | 9,36 s | 1099 Rpm | 2,3 s |

Tabel 3. Keterangan Hasil Analisa dengan Tanpa Kontrol

KESIMPULAN

1. Pengaturan kecepatan motor DC dengan penyearah terkendali gelombang penuh semi konverter dengan sistem kendali loop tertutup dapat dipakai untuk sistem yang memerlukan kecepatan konstan.
2. Dari analisa yang dilakukan dalam 3 beban dengan berbeda, jika Vref semakin kecil maka stadiystad akan semakin besar.
3. Dengan Vr yang berbeda maka Vout ada yang sama dan berbeda, dan Vref semakin besar stadiy state semakin kecil dari semua percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Schuler, A Charles, McNamee, L William, "Industrial Electronics and Robotics", McGraw Hill Book Company, singapore, 1986.
2. Sen, PC, "Principles of Electric Machines and Power Electronics", John Wiley & Sons, Canada, 1989
3. Liangzhong Jiang(2009). Sign of the Closed Loop Speed Control System for DC Motor. Internasional Journal of Computer and Informati Science, Vol.3, No.1, Februari 2009.
4. Wildi, Theodore. "Electrical Machines, Drives, and Power Systems Fifth Edition", Pearson Education Inc, 2002.
5. Bharat Bhushan, Madhusudan Singh. "Adaptive control of DC motor using bacterial foraging algorithm." Applied Soft Computing, Vol. 11, hlm. 4913-4920, 2011.
6. Swain, T.K. 2014. Analag Febrication Of PID Controller. Thesis. Departement Of Electrical Engineering, Nasional Institute Of Technology, Rourkela.