

Pengaturan Kecepatan Motor Shunt Berbasis PID Auto-tune Matlab

¹ Muhlasin, ² Rukslin

^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Darul ulum, Jombang

¹ muhlasin.te@undar.ac.id, ² rukslin@gmail.com

Abstract - The shunt motor cannot produce large currents when starting to do a rotation as in the series coil field. This means that parallel motors have weak initial torque. When the voltage is applied to an electric motor, high resistance to the parallel coil keeps the current flowing slowly. This will affect the motor's rotational speed. To overcome this problem, a PID controller is used which detuning using the Auto tuning program in matlab. From the simulation results it was found that the PID auto tune control method is the best method of three simulated designs. At the speed output the best speed is 300 rpm with the fastest settling time is 0.832 seconds, while the output current is also the best control design with a current of 1,959 amperes and the settling time is 1,523 seconds.

Keywords: Auto tune, Motor Shunt, PID control, speed settings.

Abstrak — Motor shunt tidak dapat memproduksi arus yang besar ketika mulai melakukan putaran seperti pada medan kumparan seri. Hal ini berarti motor parallel mempunyai torsi awal yang lemah. Ketika voltase diaplikasikan ke motor listrik, resistansi yang tinggi pada kumparan parallel menjaga arus mengalir lambat. Hal ini akan mempengaruhi kecepatan putar motor. Untuk mengatasi permasalahan ini digunakan PID controller yang detuning menggunakan program Auto tuning pada matlab. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa bahwa metode kontrol PID auto tune adalah metode terbaik dari tiga desain yang disimulasika. Pada output kecepatan menghasilkan kecepatan terbaik yaitu 300 rpm dengan settling time tercepat yaitu 0.832 detik, sedang pada output arus juga merupakan desain kontrol terbaik dengan arus 1.959 Ampere dan settling time 1.523 detik.

Kata kunci: Auto tune, Motor Shunt, PID kontrol, pengaturan kecepatan.

I. PENDAHULUAN

Motor shunt adalah motor dengan pengkabelan yang disusun secara parallel (shunt) dengan kumparan armature, motor shunt berbeda dengan motor yang sejenis terutama pada gulungan kawat yang terkoneksi parallel dengan medan armature. Kita harus ingat bahawa teori elektronika dasar bahwa sebuah sirkuit yang parallel juga disebut sebagai shunt. Karena gulungan kawat diparalel dengan armature,

maka disebut sebagai shunt winding dan motornya disebut mesin shunt. Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.

Motor shunt tidak dapat memproduksi arus yang besar ketika mulai melakukan putaran seperti pada medan kumparan seri. Hal ini berarti motor parallel mempunyai torsi awal yang lemah. Ketika voltase diaplikasikan ke motor listrik, resistansi yang tinggi pada kumparan parallel menjaga arus mengalir lambat. Kumparan armature untuk motor shunt pada dasarnya sama dengan motor seri dan menggunakan arus untuk memproduksi medan magnetik yang cukup kuat untuk membuat kumparan armature memulai putaran.

II. METODE PENELITIAN

A. Motor DC Shunt

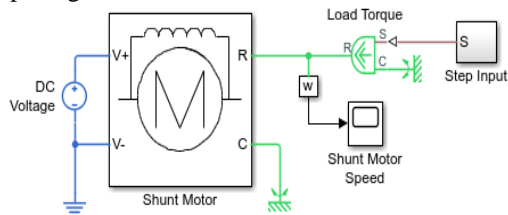
Motor DC Shunt. Motor DC jenis ini mempunyai ciri kumparan penguat medan diparalel terhadap kumparan armatur. Kelebihan dari Motor DC jenis ini yaitu tidak terlalu membutuhkan banyak ruangan karena diameter kawat kecil. Sedangkan kelemahannya yaitu daya keluaran yang dihasilkan kecil karena arus penguatnya kecil. Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara parallel dengan gulungan dinamo. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

Belitan medan motor shunt tersambung paralel dengan jangkar, sehingga apabila tegangan sumber konstan, maka kuat medan magnet motor ini konstan. Motor shunt pada umumnya berdaya kecil. Motor shunt dengan daya besar penggunaannya tidak banyak, tetapi tetap ada, karena motor shunt mempunyai putaran yang hampir konstan. Pada keadaan operasi normal pada umumnya kecepatan motor diatur dengan shunt regulator, dan cara mengatur putaran atau membalik putaran serta karakteristiknya ditunjukkan pada gambar. Sesuai dengan karakteristiknya, motor shunt baik dipakai untuk pekerjaan yang memerlukan kecepatan putaran hampir konstan seperti conveyor, lift dan sebagainya. Motor shunt mempunyai kecepatan hampir konstan. Pada tegangan jepit konstan, motor ini mempunyai putaran yang hampir konstan walaupun terjadi perubahan beban. Perubahan kecepatan hanya sekitar 10 %. Misalnya untuk pemakaian kipas angin, blower, pompa sentrifugal, elevator, pengaduk, mesin cetak, dan juga untuk pengerjaan

kayu dan logam. Berikut tentang kecepatan motor shunt: Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin. ecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan[1] dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

B. Model Motor Shunt

Model motor shunt dapat diilustrasikan dengan model seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Model Motor shunt

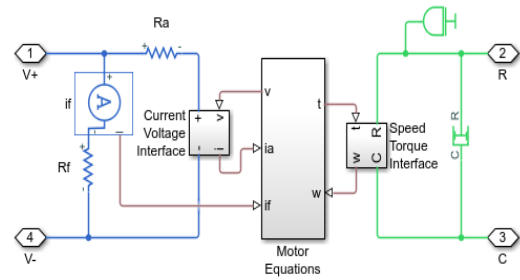
Pada penelitian ini digunakan sebuah motor shunt, gulungan bidang dan angker terhubung secara paralel. Parameter rangkaian ekuivalen adalah tahanan jangkar $R_a = 110 \text{ Ohm}$, tahanan medan $R_f = 2.46 \text{ KOhms}$, dan koefisien ggl kembali $L_{af} = 5.11$. Back-emf diberikan oleh $L_{af} * I_f * I_a * w$, di mana I_f adalah arus medan, I_a adalah arus jangkar, dan w adalah kecepatan rotor alam

radian / s. Inersia rotor J adalah $2.2e-4 \text{ kgm}^2$, dan redaman B rotor adalah $2.8e-6 \text{ Nm / (radian / s)}$ [2].

Data pabrik untuk model ini memberikan kecepatan tanpa beban 4600 rpm, dan kecepatan pada nilai beban 4000 rpm. Simulasi model mengkonfirmasi nilai-nilai ini dan perhitungan yang benar dari nilai rangkaian ekuivalen.

C. Subsistem Motor Shunt

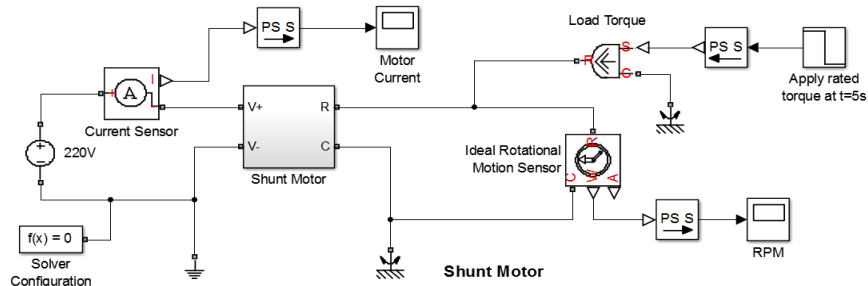
Model subsistem motor shunt dapat diilustrasikan dengan model seperti pada gambar 2.



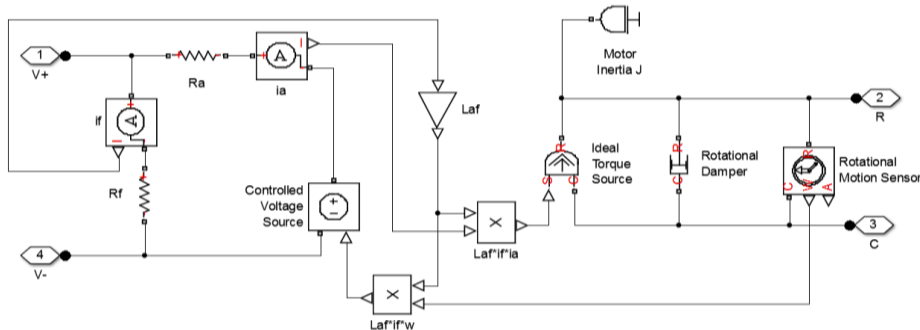
Gambar 2. Subsistem Motor Shunt

D. Desain control motor shunt

Desain control motor shunt dapat diperlihatkan pada gambar 3. Yang terdiri dari sensor arus, motor shunt, sensor putaran motor dan monitor. Gambar 4 memperlihatkan subsistem desain motor shunt, terdiri dari torsi, arus, sensor putaran, dan control tegangan.



Gambar 3. Desain control motor shunt



Gambar 4. Desain Subsistem control motor shunt

E. PID Controller

Tujuan dari sistem kontrol PID adalah untuk mendapatkan sinyal aktual yang diinginkan sesuai dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, sehingga semakin baik kinerja sistem kontrol yang diterapkan. Apabila perbedaan antara nilai setting dengan nilai keluaran besar, maka kontroler yang benar seharusnya mampu mengamati perbedaan ini untuk segera menghasilkan sinyal keluaran untuk mempengaruhi *plant*. Dengan demikian sistem secara cepat mengubah keluaran *plant* sampai diperoleh selisih antara setting dengan besaran yang diatur sekecil mungkin[3][4].

Dalam kontroler PID terdapat parameter-parameter yang harus ditentukan. Parameter-parameter tersebut adalah K_p , τ_i , τ_d . Dimana K_p merupakan komponen dari kontroler Proporsional, τ_i merupakan komponen dari kontroler integrator dan τ_d merupakan komponen dari kontroler diferensial.

$$K_p = \frac{\tau}{\tau * k} \tag{1}$$

$$\tau_i = \tau \tag{2}$$

$$\text{Gain} = \frac{1}{\tau_i} \tag{3}$$

Pada sistem terdapat beberapa orde yaitu sistem orde 1 orde 2 dan orde lebih dari 2. Pada sistem tersebut terdapat parameter-parameter di setiap ordenya. Untuk orde 1 terdapat parameter seperti persamaan 3. Untuk parameter orde 2 atau lebih terdapat parameter seperti persamaan 8.

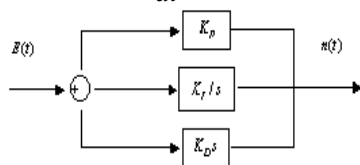
$$\text{Parameter: } K, \tau = \frac{K}{\tau s + 1} \tag{4}$$

$$\text{Parameter: } K, \zeta, \omega_n = \frac{K}{\omega_n^2 s^2 + 2\zeta \omega_n s + 1} \tag{5}$$

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proporsional plus integral plus diferensial (kontroler PID)[5][6]. Elemen-elemen kontroler P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar[4][7].

Kontroler PID merupakan salah satu kontrolleer yang banyak digunakan dalam pengontrolan sebuah 'plant' atau sistem, disamping penguat dan kompensator. Kontroler ini dapat digambarkan dalam bentuk :

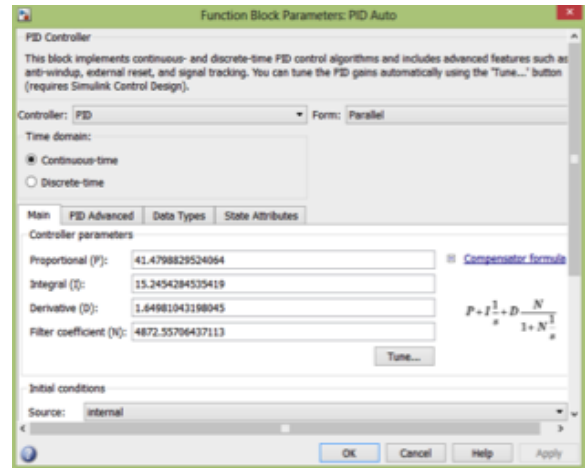
$$m(t) = K_p \cdot e(t) + K_D \frac{d.e(t)}{dt} + KI \int e(dt).dt \dots \dots \dots (6)$$



Gambar 5. Diagram PID Kontroller

F. PID Auto tune

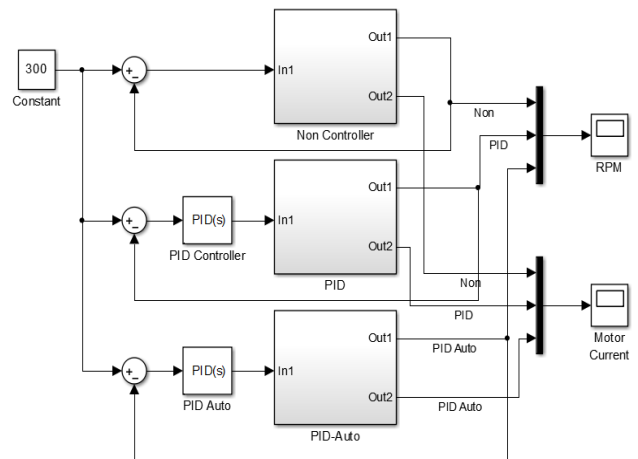
Metode penyetelan otomatis Matlab diproses menggunakan menu Auto Tune yang disediakan Matlab secara otomatis. Penalaan otomatis digunakan untuk menemukan nilai konstanta PID (K_p , K_i dan K_d). Nilai ini diperoleh dengan program Try And Error by Matlab sesuai dengan Plan yang digunakan. Metode tune otomatis dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. Proses auto tune Simulink matlab

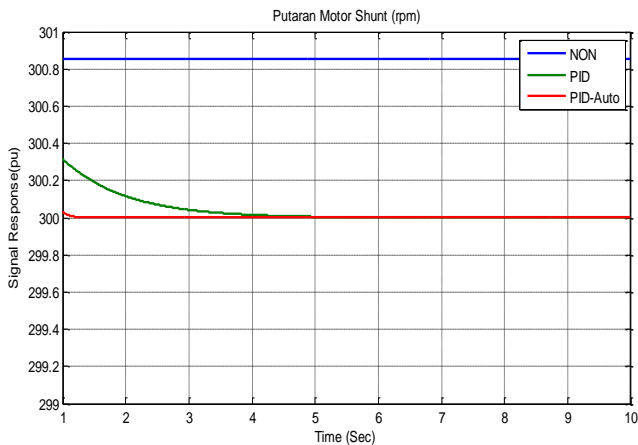
III. HASIL SIMULASI

Blok diagram kontrol motor shunt dapat dilihat pada gambar 7. Dengan beberapa pembandingan menggunakan kontrol PI, kontrol PID standard, dan kontrol PID auto tune program matlab.

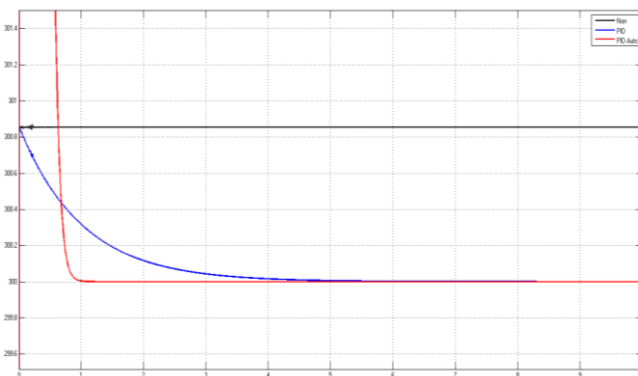


Gambar 7. Desain motor shunt tanpa kontrol, dengan control PID dan dengan kontrol PID auto

Hasil simulasi besar putaran motor shunt dapat dilihat pada gambar 8.(a) dan 8.(b).

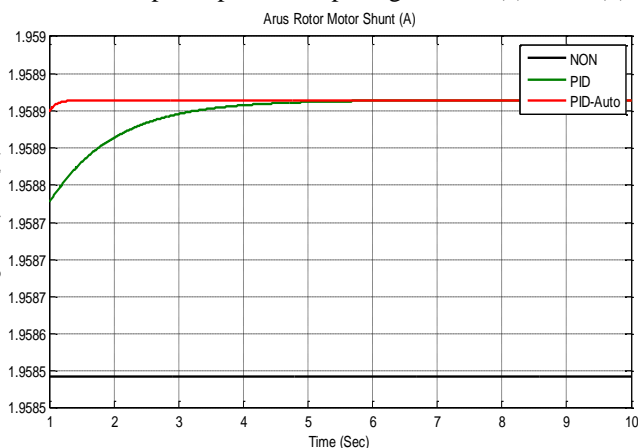


8.(a)

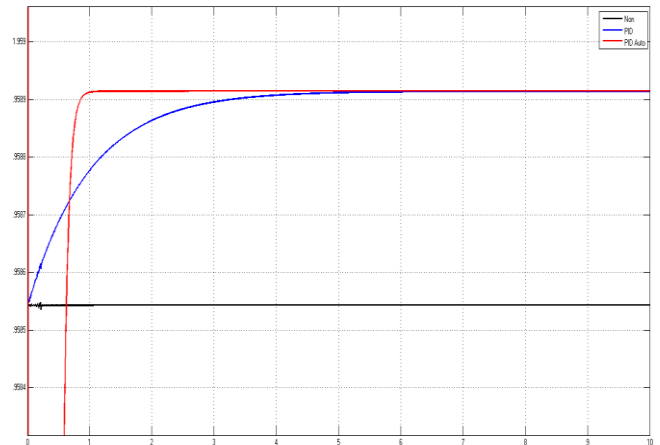


8.(b)

Dari gambar 8.(a) dan 8.(b) menunjukkan bahwa PID auto controller adalah controller yang paling baik dengan settling time tercepat yaitu 0.832 detik pada 300.00 rpm. Besar arus output dapat dilihat pada gambar 9.(a) dan 9.(b)



9.(a)



9.(b)

Dari gambar 9.(a) dan 9.(b) menunjukkan bahwa PID auto controller adalah controller yang paling baik dengan settling time tercepat yaitu 1.523 detik dengan arus terbesar yaitu 1.959 A

IV. KESIMPULAN

Dari ketiga desain, yaitu tanpa kontrol, dengan kontrol PID standard, dan dengan PID kontrol auto tuning Matlab, didapatkan bahwa metode kontrol PID auto tune adalah metode terbaik dari tiga desain yang disimulasika. Pada output kecepatan mengahilkan kecepatan terbaik yaitu 300 rpm dengan settling time tercepat yaitu 0.832 detik, sedang pada output arus juga merupakan desain kontrol terbaik dengan arus 1.959 Ampere dan settling time 1.523 detik

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Khan, M. R. Khan, and A. Iqbal, "Performance analysis of shunt, short shunt and long shunt self excited induction generator: Analysis of shunt, short shunt and long shunt SEIG," in *PEDES 2012 - IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems*, 2012.
- [2] R. Tapia-Olvera, F. Beltran-Carbajal, O. Aguilar-Mejia, and A. Valderrabano-Gonzalez, "An adaptive speed control approach for DC shunt motors," *Energies*, vol. 9, no. 11, 2016.
- [3] H. Nurohmah, M. Ali, and M. R. B. Djalal, "Desain Frekuensi Kontrol pada Hibrid Wind-Diesel Dengan PID-Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," *J. Intake*, vol. 6, no. 2, pp. 35–42, 2015.
- [4] M. Ali, "Kontrol Kecepatan Motor DC Menggunakan PID Kontroler Yang Dituning Dengan Firefly Algorithm," *J. Intake*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2012.

- [5] M. Ali, F. Hunaini, I. Robandi, and N. Sutantra, "Optimization of active steering control on vehicle with steer by wire system using Imperialist Competitive Algorithm (ICA)," in *2015 3rd IEEE - International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2015*, 2015, pp. 500–503.
- [6] M. Ali, F. Hunaini, and G. Y. Hartlambang, "Optimisasi Kontrol Kemudi Mobil Listrik Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)," *J. Intake*, vol. 6, no. 2, pp. 16–34, 2015.
- [7] M. A. Johnson *et al.*, *PID control: New identification and design methods*. 2005.