

Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Seri dengan Menggunakan Penyearah Terkendali

Author:

Anggara Trisna
Nugraha¹,
Leonardi Agus
Wahyudi²,
Diego Ilham Yoga
Aghna³,
Novsyafantri⁴

Affiliation:

D4-Teknik Kelistrikan
Kapal, Politeknik
Perkapalan Negeri
Surabaya.¹
D4-Teknik Otomasi,
Politeknik Perkapalan
Negeri Surabaya^{3,4}

Corresponding email

anggaranugraha@ppns.ac.id



*This is an Creative Commons
License This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License*

Abstrak:

Mengatur kecepatan motor DC juga diperlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam sistem perancangan langkah terakhir adalah melakukan simulasi yang bertujuan untuk menghemat banyak hal, seperti waktu, tenaga, biaya, dan juga resiko yang kita hadapi jika mengalami kegagalan. Perencanaan memerlukan kajian dari berbagai ranah untuk mewu mencari solusi atau alternatif baru untuk memperbaiki sistem yang sudah ada agar bisa terus dikembangkan. Simulasi mengenai pengaturan kecepatan motor DC seri menggunakan penyearah terkendali yaitu yang berasal dari sumber referensi berupa jurnal, paper, maupun manual modul. Dari data tersebut penullis mengumpulkan data parameter dari komponen motor DC dan rectifier. Jika data tidak sesuai maka kembali ke tahap pencarian parameter tiap elemen, maka lanjut ketahap membuat rangkaian penuh dengan PSIM. Diberbagai sumber internet mendapat nameplate motor DC dengan merek CHINA ELECTRIC yang dapat dilihat pada gambar 7. Grafik karakteristik sudut penyalan (α) yang digunakan pada Gating Block di PSIM. Tegangan tersebut akan disearahkan oleh rangkaian penyearah. Kecepatan putaran motor DC penguat sendiri seri dikendalikan dengan menggunakan an thyristor, 0° - 60° , 90° , 120° , 150° , 180° . Software simulasi PSIM dapat mencegah kerugian apabila terjadi kegagalan pada saat perancangan suatu sistem. Pengaturan kecepatan motor DC penguat seri yaitu dengan cara mengatur sudut penyalan pada thyristor. Besarnya konfliktau mereka dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah pada penyearah terkendali penuh dipakai.

Kata kunci: Pengendali Kecepatan, Motor DC Penguat Seri, Penyearah Terkendali Penuh, PSIM.

Pendahuluan

Sistem elektris di lapangan bisa berubah kapan saja dan dimana saja tergantung kondisi pelaksanaan di lapangan. Selain itu teknis di lapangan juga tidak cukup hanya menggunakan analisa rangkaian listrik, tetapi sering berhubungan dengan bidang yang lainnya seperti sistem mekanis, sistem kontrol, dan sistem yang liannya. Oleh karena itu, tahap perencanaan memerlukan kajian dari berbagai ranah untuk mencari solusi atau alternatif baru untuk memperbaiki sistem yang sudah ada agar bisa terus dikembangkan. Dalam sistem perancangan langkah terakhir adalah melakukan simulasi yang bertujuan untuk menghemat banyak hal, seperti waktu, tenaga, biaya, dan juga resiko yang kita hadapi jika mengalami kegagalan. Di dunia modern saat ini banyak sekali software yang menawarkan program simulasi, salah satunya adalah PSIM. SIMVIEW pada PSIM mampu membuat sistem dengan sangat sederhana, cepat, mudah, dan efisien[1].

Motor DC merupakan salah satu motor listrik yang banyak digunakan di industri dan akan sering diminati oleh usaha industri karena karakteristik pengaturannya yang baik. Mengatur kecepatan motor DC juga diperlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan

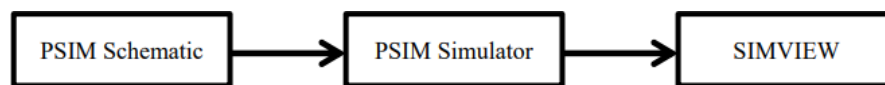
jangkar disebut rotor (bagian yang berputar)[2] Salah satu tujuan dari penulis membuat artikel ini yaitu untuk merumuskan model matematika motor DC kemudian dilakukan analisa dan simulasi menggunakan PSIM untuk mengetahui karakteristik motor DC tersebut.

Di papper kali ini penulis membahas simulasi pengendalian kecepatan motor DC dengan menggunakan penyearah terkendali penuh. Kecepatan motor DC dapat diatur berdasarkan pengaturan tegangan jangkar menggunakan penyearah terkendali penuh[3]. Penulisan papper ini bertujuan untuk mengambil kesimpulan konsep perancangan sistem yang dibuat yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan melakukan kajian sebagai penunjang dari konsep perancangan yang efisien. Dengan disusunnya artikel ilmiah ini berlandaskan metode study literatur yang berpedoman dari sejumlah sumber jurnal penelitian ilmiah yang relevan.

Studi Literatur

Software PSIM

Power simulator merupakan perangkat lunak komputer untuk merancang dan menyimulasikan berbagai rangkaian elektronika daya dan rangkaian kontrol motor. PISM menyediakan sistem simulasi yang akurat untuk menganalisa konverter daya, merancang loop kontrol, dan sistem kontrol motor. Dalam PSIM terdapat berbagai komponen elektronika yang dapat digunakan untuk membantu proses perancangan suatu rangkaian. Proses simulasi yang cepat pada PSIM menyediakan simulasi yang kuat untuk memenuhi kebutuhan simuasi dan pengembangan, PSIM terdiri dari schematic program PSIM (PSIM Schematic), simulation engine (PSIM Simulator), dan waveform processing program

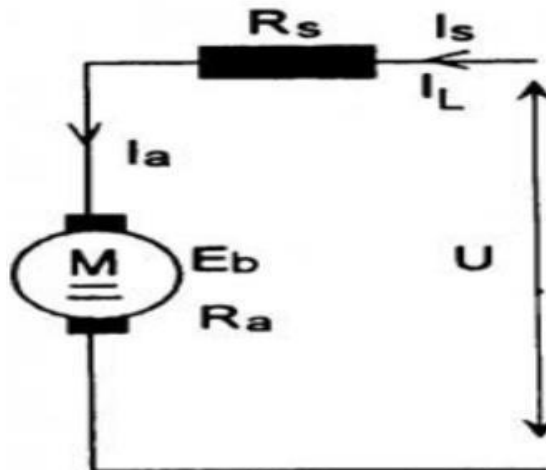


(SIMVIEW) [4].

Gambar 1. Proses Kerja PSIM [4]

Motor Arus Searah Berpenguat Seri

Motor DC penguat sendiri seri ialah motor DC dimana tahanan medan dan jangkar dihubungkan seri. Motor DC penguat sendiri seri identik menggunakan kecepatan rotasi yang tidak kontinu dimana saat beban yang diberikan besar, maka kecepatan rotasi motor akan kecil, tetapi sebaliknya jika beban yang diberikan kecil, maka kecepatan rotasi motor akan besar. Berikut adalah gambar rangkaian motor DC seri [8].



Gambar 2 Rangkaian Ekuivalen Motor DC Penguat Seri (9)

Penyearah (Rectifier)

Rectifier merupakan alat yang digunakan untuk mengganti tipe tegangan yang awal mulanya sumber arus bolak-balik (AC) sebagai sinyal arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus dan gelombang DC yang berbentuk gelombang steady state hanya bisa dilihat dengan alat ukur. Rangkaian Rectifier banyak menggunakan transformator step down yang dipergunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan [10].

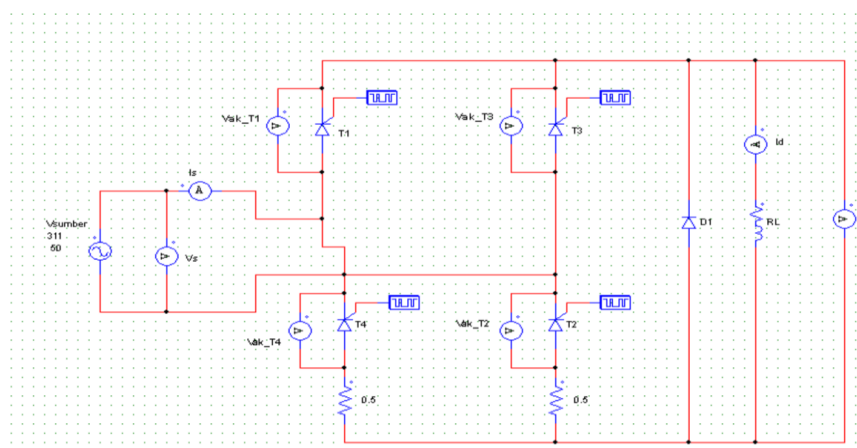
Perancangan Rangkaian Penyearah Satu Fasa

Penyearah satu fasa terkendali penuh dipergunakan sebagai catu daya DC sekaligus pengendali kecepatan motor arus searah. Pada perancangan penyearah satu fasa terkendali penuh memakai komponen SCR. Untuk mengaktifkan rangkian penyearah, pada SCR perlu diberikan pemicu berupa tegangan positif diantara terminal gate serta katoda. Pemicu harus diberikan pada salah satu pasang kaki SCR diantara (T1,T2, dan T3,T4) di waktu yang sama penyearah satu fasa terkendali penuh dapat bekerja secara maksimal pada Gambar .3 akan menunjukan rangkaian penyearah satu fasa terkendali penuh[5].

Utuk melindungi rangkaian penyearah dari arus sisa pada beban induktif dapat memasang sebuah dioda freewheeling yang terpasang paralel dengan penyearah. Dioda freewheeling digunakan sebagai perlindungan rangkaian penyearah terhadap arus sisa dari beban induktif. Ketika daya

dimatikan maka beban induktif masih terdapat tegangan pada belitan sebesar $L \frac{di}{dt}$, sehingga arus sisa akan mengalir ke rangkaian penyearah, jika komponen penyearah tidak dapat menahan arus beban

maka akan terjadi kerusakan pada komponen. Pemasangan dioda freewheeling akan mengakibatkan arus sisa yang mengalir dari beban induktif hanya akan mengalir pada sisi dioda freewheeling saja sehingga tidak ada arus sisa yang mengalir menuju rangkaian daya[5].



Gambar 3. Rangkaian Penyearahan satu fase jembatan terkontrol penuh.

Pengertian Dasar Motor DC

Motor DC disuplai oleh tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdiri atas dua kumparan yaitu kumparan medan dan kumparan jangkar. Kumparan medan sendiri berfungsi untuk menghasilkan medan magnet, sedangkan kumparan jangkar berfungsi

sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (GGL). Jika arus kumparan jangkar berinteraksi langsung dengan medan magnet, maka timbul torsi (T) yang memutar motor[6].

Motor Arus Searah Berpenguat Sendiri

Motor DC dengan penguat sendiri (*self excited*) adalah motor DC yang arus kumparan medan disuplai dari sumber arus DC yang sama dengan arus yang digunakan pada kumparan jangkar[3]. Secara umum cara menghubungkan kumparan medan dan kumparan jangkar diklasifikasi menjadi 3 macam, yaitu: motor arus searah berpenguat shunt (pararel), motor arus searah berpenguat seri, dan motor arus searah berpenguat kompon.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi: Laboratorium Elektronika Daya

Waktu: Penelitian Dilakukan Pada Bulan Mei – Juni 2022

Bahan Penelitian dan Peralatan

1. Hardware Perangkat keras untuk menjalankan sistem ini satu unit laptop dengan konfigurasi sebagai berikut :

- Precesor: AMD Ryzen 3 (1.66GHZ)
- Resolusi monitor : 16 Fps
- RAM: 4GB DDR4
- Harddisk: 512 GB SSD

2. Komponen dan Bahan

- Oscilloscope
- Resistor
- Dioda
- Transformator
- Voltmeter AC/DC (digital)
- Motor DC
- Ammeter DC
- Ammeter AC
- Kabel

3. Software

Power Simulation (PSIM)

Software simulation ini dipilih karena sesuai dengan kebutuhan pada penelitian ini. Pada penelitian kali ini adalah untuk mensimulasikan pengaturan kecepatan motor dc seri dengan menggunakan penyearah terkendali.

Prosedur Penelitian

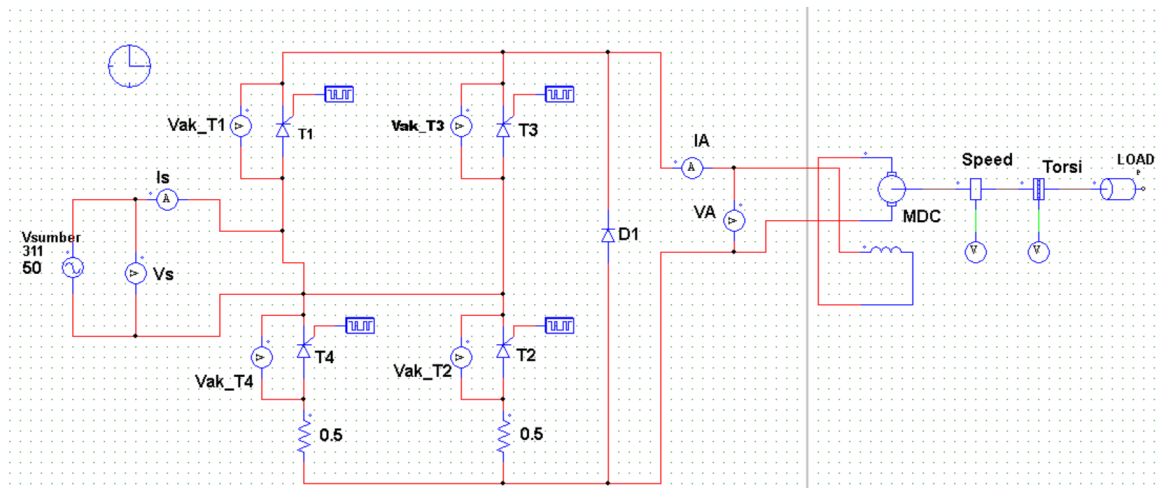
Prosedur penelitian dilakukan dalam simulasi mengenai pengaturan kecepatan motor DC Seri menggunakan penyearah terkendali yaitu:

- a. Siapkan alat dan komponen yang dibutuhkan.

- Buat rangkaian seperti pada gambar rangkaian.
- Hitung nilai kecepatan motor DC penguat sendiri seri, motor DC tegangan jangkar dan torsi untuk mendapatkan nilai yang diinginkan.
- Simulasikan rangkaian yang telah dibuat, ukur kecepatan motor dengan 3 kondisi yaitu motor DC torsi 0 Nm, 1 Nm, dan 2Nm.
- Amati bentuk gelombang respon kecepatan motor DC dengan 3 torsi yang berbeda tersebut.
- Bandingkan hasil pengukuran.
- Tentukan presentasi perbedaan hasil pengukuran dengan teori.
- Hitung parameter karakteristik rangkaian, buat analisa dan kesimpulan.

Skema Rangkaian Motor DC Penguat Seri

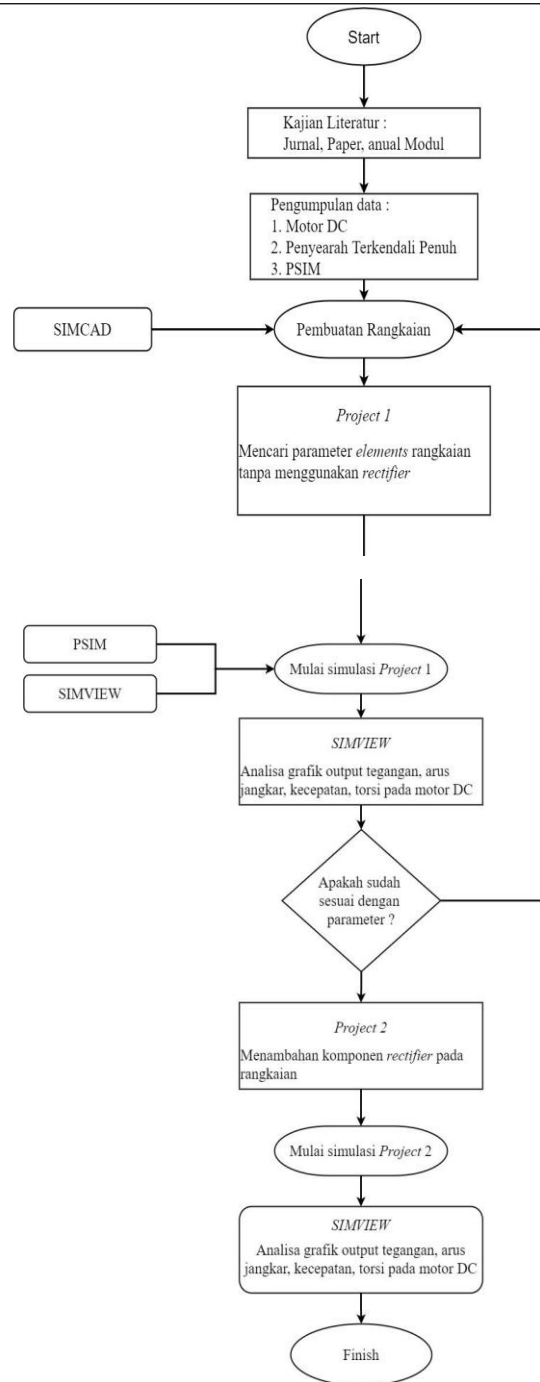
Dalam rancangan pengaturan putaran kecepatan motor DC penguat seri dengan penyearah terkendali menggunakan software PSIM sebagai simulasi. Catu daya DC sekaligus pengendalian kecepatan untuk motor DC dengan penguat sendiri seri. Dan menggunakan tegangan AC satu fasa 220 volt.



Gambar 5. Rangkaian simulasi pengaturan kecepatan motor DC seri dengan menggunakan penyearahan terkendali.

Diagram blok sistem

Gambar 6, dibawah ini merupakan diagram alir penelitian dengan melakukan kajian literatur terlebih dahulu untuk mempermudah pemahaman penelitian tentang motor DC, penyearah terkendali penuh yang berasal dari sumber referensi berupa jurnal, paper, maupun manual modul. Dari data tersebut penullis mengumpulkan data parameter dari komponen motor DC dan rectifier. Jika data tidak sesuai maka kembali ke tahap pencarian parameter tiap elemen. Jika parameter telah sesuai maka lanjut ke tahap membuat rangkaian penyearah terkendali penuh dengan PSIM. Setelah memuat rangkaian dan memasukan parameter maka dilakukan run simlation dan melihat grafiknya pada Simview. Jika sudah selesai melakukan simulasi dan penelitian maka, dibuatlah laporan hasil penelitian.



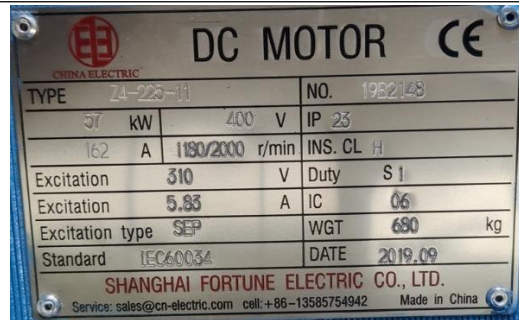
Gambar 6. Diagram alir sistem pengaturan kecepatan motor

Hasil

Dalam rancangan pengaturan kecepatan motor DC seri dengan menggunakan penyearah terkendali dengan software PSIM sebagai simulasi.

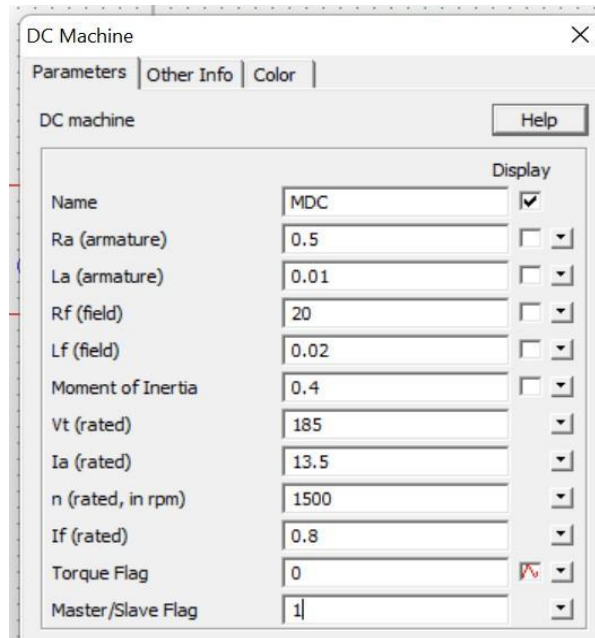
Penentuan Parameter Motor DC

Pada penelitian ini penulis mencari referensi parameter motor DC diberbagai sumber internet dan mendapat nameplate motor DC dengan merek CHINA ELECTRIC yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Nameplate motor DC [11].

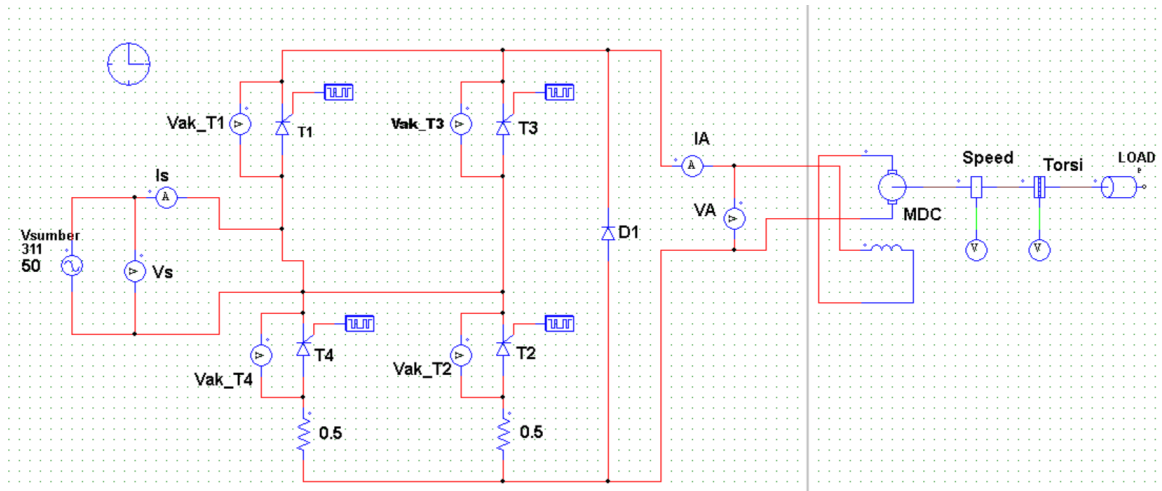
Setelah mendapatkan nameplate motor DC, penulis memasukan data nameplate motor DC pada parameter motor DC yang ada di software PSIM. Berikut adalah parameter motor DC di PSIM yang bisa dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Parameter motor DC pada PSIM.

Perancangan Rangkaian Penyearah Terkendali Penuh dengan Motor DC Seri

Penyearah satu fasa terkendali penuh digunakan sebagai catu daya DC dan sebagai pengendali kecepatan untuk motor DC dengan penguat sendiri seri. Untuk tegangan AC yang digunakan adalah 220 volt satu fasa. Tegangan tersebut akan disearahkan oleh rangkaian penyearah. Tegangan DC yang dihasilkan tergantung pada sudut penyalan yang digunakan pada *Gating Block* di PSIM.



Gambar 9. Rangkaian motor DC penguat seri dengan penyearah terkendali penuh

Data Hasil Pengukuran

Setelah melakukan pengaturan dengan software PSIM, data pengukuran yang diambil adalah tegangan jangkar (V_a), arus jangkar (I_a) dan putaran motor DC penguat sendiri seri (N). Setelah itu diberi beban motor DC dengan torsi = 0 Nm, 1 Nm, dan 2 Nm.

Tabel 1. Hasil pengukuran dengan menggunakan Torsi = 0 Nm[7].

Sudut Penyalaan (°)	Torsi (Nm)	Tegangan Jangkar (V_a) (Volt)	Arus Jangkar (I_a) (Ampere)	Putaran (RPM)
0	0	184.64	0.65	2927.94
30	0	172.14	0.61	2895.25
60	0	137.64	0.52	2701.85
90	0	90.48	0.41	2271.98
120	0	43.5	0.29	1597.77
150	0	9.8	0.16	700.38
180	0	5.79E-18	4E-14	0

Tabel 2. Hasil pengukuran dengan menggunakan Torsi = 1 Nm[7].

Sudut Penyalaan (°)	Torsi (Nm)	Tegangan Jangkar (V_a) (Volt)	Arus Jangkar (I_a) (Ampere)	Putaran (RPM)
0	1	177.2	1.01	1517.92
30	1	165.06	0.95	1493.72
60	1	131.32	0.83	1353.

				75
9 0	1	84.9	0.68	1047. 42
1 2 0	1	38.62	0.53	588.5 4
1 5 0	1	3.52	0.47	51.09
1 8 0	1	3.35E-17	8.8E- 15	0

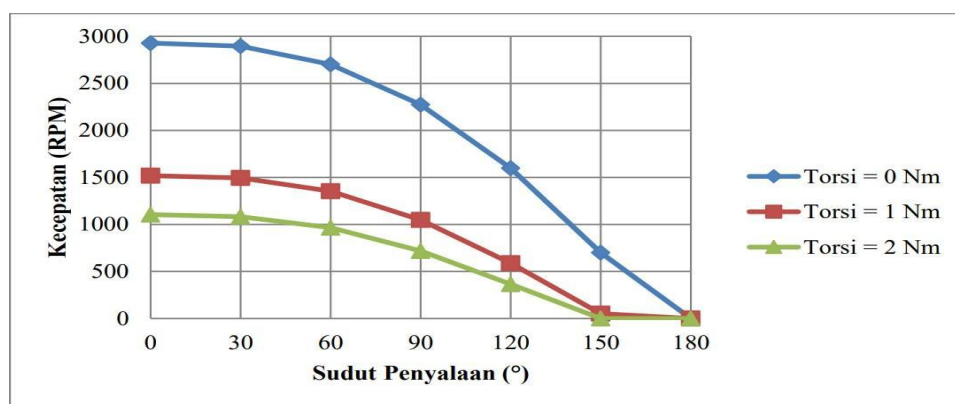
Tabel 3. Hasil pengukuran dengan menggunakan Torsi = 2 Nm[7].

Sudut Penyalan (°)	To rси (N m)	Tegangan Jangkar (Va) (Volt)	Arus Jangkar (Ia) (Ampere)	Putar an (RP M)
0	2	174.7	1.13	1103. 95
3 0	2	162.65	1.07	1083. 02
6 0	2	128.93	0.95	965.7
9 0	2	82.4	0.81	717.0 6
1 2 0	2	35.62	0.67	363.9 5
1 5 0	2	0.32	0.63	0.073 9
1 8 0	2	6.8E-18	4.2E- 14	0

Pembahasan

Karakteristik Fungsi Sudut Penyalan Terhadap Kecepatan Putaran Motor

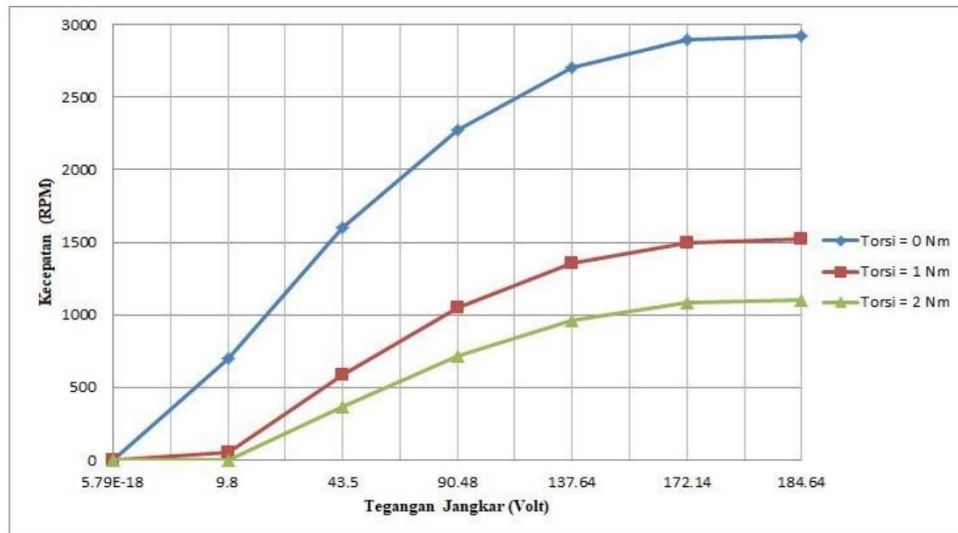
Kecepatan putaran motor DC penguat sendiri seri dikendalikan dengan menggunakan thyristor dengan mengubah sudut penyalan (α) dari thyristor. Dipenelitian ini menggunakan sudut 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°



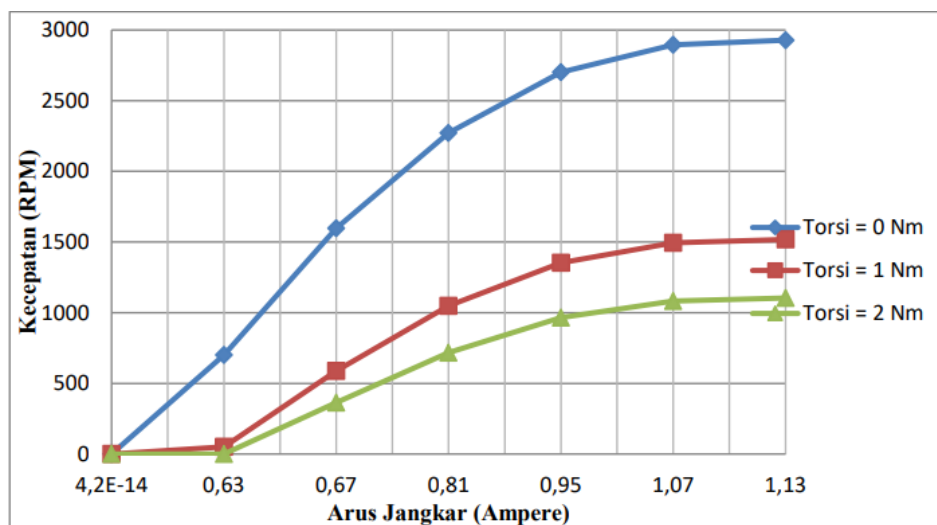
Gambar 10. Grafik fungsi sudut penyalan terhadap kecepatan putaran motor DC penguat sendiri seri.

Karakteristik Fungsi Jangkar Terhadap Kecepatan Putaran Motor

Gambar 11. Grafik fungsi tegangan jangkar terhadap kecepatan putaran motor DC penguat sendiri ser



Karakteristik Fungsi Arus Jangkar Terhadap Kecepatan Putaran Motor



Gambar 12. Grafik fungsi tegangan jangkar terhadap kecepatan putaran motor DC penguat sendiri seri.

Kesimpulan

Software simulasi PSIM dapat membantu proses perencanaan sistem yang dapat mencegah kerugian apabila terjadi kegagalan pada saat perancangan suatu sistem. Untuk perkembangan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini menggunakan sistem penyearah terkendali penuh dimana untuk mengendalikan sebuah kecepatan motor DC yaitu dengan cara mengatur sudut penyalan pada thyristor. Pengaturan kecepatan motor DC penguat seri dengan penyearah terkendali penuh dipakai untuk sistem yang memerlukan kecepatan motor dengan nilai kecepatan yang lebih rendah dari spesifikasi pada motor DC penguat seri. Pada percobaan penulis menggunakan spesifikasi motor dengan kecepatan 1500 RPM, ketika diberi beban torsi = 1 Nm dengan sudut penyulutan 00 didapatkan nilai kecepatan 1517.92 RPM. Besarnya kecepatan motor DC penguat seri dapat diperkecil nilai kecepatannya dengan memperbesar sudut penyalannya.

Referensi

- [1] I. Hidayat, "Simulasi Pengendali Kecepatan Motor Dc Dengan Penyearah Terkendali Semi Konverter Berbasis Matlab/Simulink," *Telkomnika - Telecommun. Comput. Electron. Control*, vol. 2, no. 1, pp. 41–48, 2004.
- [2] A. P. Y. Waroh, "Analisa Dan Simulasi Sistem Pengendalian Motor Dc," *J. Ilm. Sains*, vol. 14, no. 2, p. 80, 2014, doi: 10.35799/jis.14.2.2014.5935.
- [3] A. Yusuf, I. P. Faza, and T. Tohir, "ID : 12 Simulasi Pengendali Kecepatan Motor DC Seri Dengan Menggunakan Penyearah Terkendali Penuh Berbasis PSIM Simulation of Series DC Motor Speed Control Using PSIM Based Fully Controlled Rectifier," no. November, pp. 87–97, 2021.
- [4] M. H. ABDURRAHMAN AS-SALAF and S. SYAHRIAL, "Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor BLDC menggunakan Software PSIM," *MIND J.*, vol. 6, no. 1, pp. 103–117, 2021, doi: 10.26760/mindjournal.v6i1.103-117.
- [5] A. B. Wibisono, T. Sukmadi, and M. Facta, "Sebagai Catu Daya Motor Arus Searah Pada Prototype Overhead Crane Mode Hoisting".
- [6] N. Nugroho and S. Agustina, "Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik," *Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 28–34, 2015.
- [7] M. Sunarhati, "ANALISA PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC PENGUAT DENGAN MENGGUNAKAN THYRISTOR Marliyus Sunarhati Dosen Tetap Yayasan Perguruan Tinggi Palembang Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang," pp. 24– 34, 2018.
- [8] I. G. A. Gede, "KULIAH ELDAS," 29 April 2013. [Online]. Available: <https://blogs.itb.ac.id/el2244k0112211083igustiagunggede/2013/04/29/4/>. [Accessed 22 Oktober 2021].
- [9] admin, "Kelaspinter," 20 September 2021. [Online]. Available: <https://www.kelaspinter.com/prinsip-kerja-dan-jenis-jenis-motor-dc/>. [Accessed 22 Oktober 2021].
- [10] T. F. T. U. N. Yogyakarta, "Penyearah (Rectifier)," in *Teknik Dasar Rectifier dan Inverter*, Yogyakarta, Universitas Negeri Yogyakarta, 2003, p. 8.
- [11] CHINA ELECTRIC, "CHINAELECTRIC.net," CHINA ELECTRIC, 1 November 2019. [Online]. Available: https://www.china-electric.net/z4-225-11_57_kw_1180_2000_rpm_z4-250-12_160_kw_1940_2400_rpm_extruder_dc_motors.html. [Accessed 22 Oktober 2021].
- [12] Zakariz, Naufal Praska, Anggara Trisna Nugraha, and Khongdet Phasinam. "The Effect of Inlet Notch Variations in Pico-hydro Power Plants with Experimental Methods to Obtain Optimal Turbine Speed." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 4.1 (2022): 35-41.
- [13] Realdo, Adam Meredita, Anggara Trisna Nugraha, and Shubhrojit Misra. "Design and Development of Electricity Use Management System of Surabaya State Shipping Polytechnic Based on Decision Tree Algorithm." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.4 (2021): 179-184.

-
- [14] Ruddianto, Ruddianto, et al. "The Experiment Practical Design of Marine Auxiliary Engine Monitoring and Control System." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.4 (2021): 148-155.
- [15] Angga, Anggara Trisna Nugraha, et al. "Use Of ACS 712ELC-5A Current Sensor on Overloaded Load Installation Safety System." *Applied Technology and Computing Science Journal* 4.1 (2021): 47-55.
- [16] Utomo, Agung Prasetyo, and Anggara Trisna Nugraha. "Speed Adjustment on Variable Frequency Induction Motor Using PLC for Automatic Polishing Machine." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 3.2 (2021): 70-75.
- [17] Nugraha, Anggara Trisna, Mayda Zita Aliem Tiwana, and Alwy Muhammad Ravi. "Analisis Optimalisasi Manajemen Daya Chiller Untuk Rencana AC Sentral Industri." *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi* 1.1 (2021): 35-46.