

# Simulasi Pengendali Kecepatan Motor DC Seri Dengan Menggunakan Penyearah Terkendali Penuh Berbasis PSIM

Mickhael Franata Saragih  
Program Studi Teknik Elektro Universitas Panca Budi, Indonesia  
[mikasrgh@gmail.com](mailto:mikasrgh@gmail.com)

## Abstrak :

Perkembangan teknologi motor DC telah berkembang dan banyak digunakan di berbagai bidang. Saat ini banyak yang menggunakan autotrafo untuk mengendalikan kecepatan motor DC. Pengaturan dengan autotrafo memiliki berbagai kelemahan, diantaranya dari segi ekonomis, saat autotrafo mengalami kerusakan maka untuk mendapatkan komponen yang baru akan kesulitan dikarenakan harganya yang mahal. Secara fisik peralatan tersebut kurang praktis dan untuk pengaturan tegangan jangkar memiliki efisiensi yang rendah. Maka dari itu dibutuhkan alat pengendali kecepatan motor DC penguat seri yang lebih praktis dan ekonomis. Dengan software PSIM kita bisa merencanakan sebuah sistem untuk membuat alat pengendali kecepatan motor DC penguat seri yaitu membuat sistem penyearah terkendali penuh dengan menggunakan thyristor. Simulasi menggunakan PSIM mempermudah dalam perancangan sistem di lapangan dan dapat menghemat banyak hal, seperti waktu, tenaga, biaya serta resiko saat terjadi kegagalan. Untuk mencari parameter motor DC penguat seri penulis melakukan kajian literatur. Setelah didapatkan parameter motor DC penguat seri maka dilakukan simulasi tanpa rangkaian penyearah untuk menguji parameter motor. Apabila telah sesuai maka motor DC penguat seri ditambahkan rangkaian penyearah terkendali penuh, setelah itu dilakukan pengaturan sudut penyalaaan. Kemudian memulai simulasi untuk melihat nilai kecepatan motor DC penguat seri. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa semakin besar sudut penyalaaan maka kecepatan motor DC penguat seri semakin meningkat contohnya pada saat  $T = 0$  Nm diberi sudut penyalaaan  $0^\circ$  maka tegangan DC yang dihasilkan sebesar 184,64 volt dengan kecepatan 2927,94 RPM. Pengaturan kecepatan motor DC penguat seri dengan penyearah terkendali penuh dipakai untuk sistem dengan kecepatan motor yang nilainya lebih kecil dari kecepatan maksimum.

## Kata kunci :

Pengendali kecepatan, motor DC penguat seri, Penyearah terkendali penuh, PSIM.

## PENDAHULUAN

Pelaksanaan sistem elektris 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 dari berbagai rana 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 PSIM. SIMVIEW pada PSIM mampu membuat sistem dengan sangat sederhana, cepat, mudah, dan efisien [1].

Makalah ini membahas simulasi pengendali kecepatan motor DC dengan menggunakan penyearah terkendali penuh. Simulasi dilakukan dengan software PSIM 9.1, yaitu dengan PSIM dan SIMVIEW. Kecepatan motor DC diatur berdasarkan pengaturan tegangan jangkar menggunakan penyearah terkendali penuh. Simulasi ini akan mengetahui pengaruh perubahan beban terhadap kecepatan motor.

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Secara teori, Motor DC adalah Motor listrik yang membutuhkan suplai tegangan arus searah atau arus DC (**Direct Current**) pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor tersebut disebut stator, dan kumparan jangkar disebut rotor. Cara kerja motor DC dalam mengubah energi ialah

\*penulis korespondensi



dengan mengambil daya **listrik** melalui **arus** searah yang kemudian diubah menjadi rotasi mekanis. **Motor DC** juga dikenal dengan sebutan **motor listrik** atau **motor arus** searah .

### TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai simulasi pengendali motor DC dengan penyearah terkendali penuh telah banyak diteliti sebelumnya. Jurnal dan penelitian yang membahas kemiripan teori maupun subjek penelitian dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang membahas pengendali motor DC dengan penyearah terkendali penuh.

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Ikhsan Hidayat (2004) dalam jurnal TELKOMNIKA Volume 2, Nomor 1. Beliau meneliti tentang simulasi pengendali kecepatan motor DC dengan penyearah terkendali semi konverter berbasis matlab/simulink. Hasil penelitian ini ditemukan bahwa Software simulasi seperti Simulink dalam Matlab dapat membantu proses perencanaan sistem dan pengaturan kecepatan motor DC dengan penyearah terkendali gelombang penuh semi konverter untuk sistem yang memerlukan kecepatan konstan.

kedua, penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Hamzah Abdurrahman As-Salaf (2021) dalam jurnal MIND Volume 6, Nomor 1. Beliau meneliti tentang simulasi pengendali kecepatan motor BLDC dengan penyearah terkendali semi konverter berbasis PSIM. Hasil penelitian ini ditemukan bahwa pada pengaturan kecepatan, sinyal referensi diubah pada bagian rangkaian kontrol dengan nilai 500, 750, 1000, 1250 dan 1500. Hasilnya dimana kecepatan motor BLDC akan mengikuti sebagaimana yang di inputkan pada rangkaian kontrol.

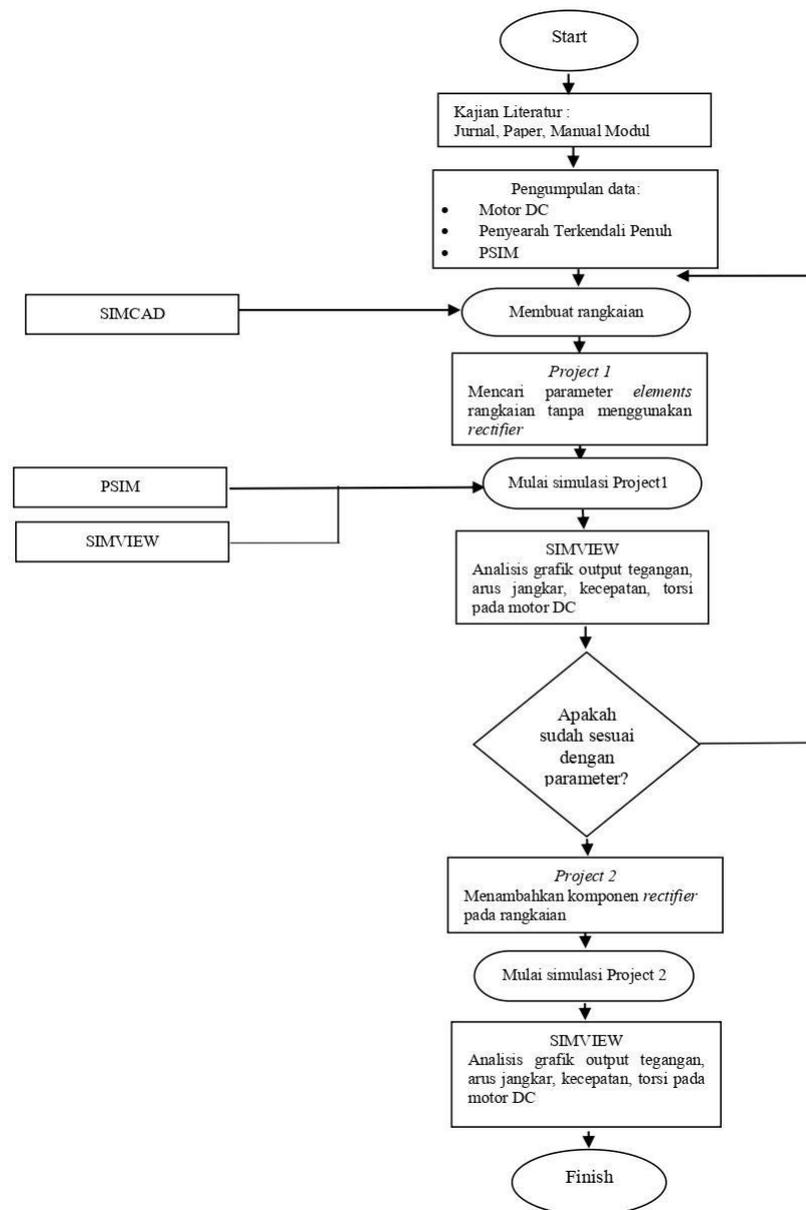
Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini dibuat sebagai suatu kemudahan dalam proses perencanaan sistem penyearah terkendali penuh terhadap motor DC menggunakan software. Perbedaan penelitian yang dilakukan terletak pada software yang digunakan dalam mensimulasikan sistem dan jenis motor DC yang digunakan.

### METODE PENELITIAN

Gambar 1, dibawah ini merupakan diagram alir penelitian dengan melakukan kajian literatur terlebih dahulu untuk memperdalam pemahaman terkait dengan penelitian tentang motor DC, penyearah terkendali penuh yang berasal dari sumber referensi berupa jurnal, paper dan manual modul. Kemudian mengumpulkan data parameter dari komponen motor DC dan *rectifier*. Jika tidak sesuai maka kembali ketahapan pencarian parameter tiap elemen pada rangkaian. Kemudian saat parameter telah sesuai maka lanjut ke tahap membuat rangkaian penyearah terkendali penuh menggunakan PSIM. Setelah membuat rangkaian dan memasukkan parameter maka dilakukan *runsimulation* dan melihat grafik pada Simview. Setelah melakukan penelitian, dibuatlah laporan hasil penelitian. Penelitian ini dibuat sebagai suatu kemudahan untuk merancang suatu sistem penyearah terkendali penuh terhadap motor DC agar dapat meminimalisir kesalahan pada saat perancangan yang akan dilakukan di lapangan, sehingga menggunakan software PSIM.

\*penulis korespondensi





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

## HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Setelah melakukan pengukuran dengan *software* PSIM, data pengukuran yang diamati adalah tegangan jangkar ( $V_a$ ), arus jangkar ( $I_a$ ) dan putaran motor DC penguat sendiri seri (N). Kemudian motor DC dibebani dengan beban torsi = 0 Nm, 1 Nm, dan 2 Nm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran dengan menggunakan Torsi = 0 Nm [9].

| Sudut Penyalaan (°) | Torsi (Nm) | Tegangan Jangkar ( $V_a$ ) (Volt) | Arus Jangkar ( $I_a$ ) (Ampere) | Putaran (RPM) |
|---------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------|
| 0                   | 0          | 184.64                            | 0.65                            | 2927.94       |

\*penulis korespondensi



|     |   |          |       |         |
|-----|---|----------|-------|---------|
| 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 [9]

| Sudut Penyalaan (°) | Torsi (Nm) | Tegangan Jangkar (Va) (Volt) | Arus Jangkar (Ia) (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       |
| 90                  | 1          | 84.9                         | 0.68                       | 1047.42       |
| 120                 | 1          | 38.62                        | 0.53                       | 588.54        |
| 150                 | 1          | 3.52                         | 0.47                       | 51.09         |
| 180                 | 1          | 3.35E-17                     | 8.8E-15                    | 0             |

**Tabel 3.** Hasil pengukuran dengan menggunakan Torsi = 2 Nm [9].

| Sudut Penyalaan (°) | Torsi (Nm) | Tegangan Jangkar (Va) (Volt) | Arus Jangkar (Ia) (Ampere) | Putaran (RPM) |
|---------------------|------------|------------------------------|----------------------------|---------------|
| 0                   | 2          | 174.7                        | 1.13                       | 1103.95       |
| 30                  | 2          | 162.65                       | 1.07                       | 1083.02       |
| 60                  | 2          | 128.93                       | 0.95                       | 965.7         |
| 90                  | 2          | 82.4                         | 0.81                       | 717.06        |
| 120                 | 2          | 35.62                        | 0.67                       | 363.95        |
| 150                 | 2          | 0.32                         | 0.63                       | 0.0739        |
| 180                 | 2          | 6.8E-18                      | 4.2E-14                    | 0             |

Data pengukuran yang diamati adalah tegangan jangkar (Va), arus jangkar (Ia) dan putaran motor DC penguat sendiri seri (N). Kemudian motor DC dibebani dengan beban torsi = 0 Nm, 1Nm, dan 2 Nm.

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa pengaruh sudut penyalaan ( $\alpha$ ) berbanding terbalik dengan kecepatan putaran motor DC penguat seri sehingga semakin besar sudut penyalaan ( $\alpha$ ) yang diberikan terhadap thyristor maka kecepatan putaran motor DC penguat sendiri seri akan semakin menurun. Pengaruh tegangan jangkar terhadap kecepatan putaran motor DC penguat seri berbanding lurus. Semakin besar tegangan jangkar maka kecepatan putaran dari motor DC penguat sendiri seri akan semakin meningkat. Sama halnya dengan tegangan jangkar, pengaruh arus jangkar terhadap kecepatan putaran motor DC penguat seri berbanding lurus. Semakin besar arus jangkar maka kecepatan putaran dari motor DC penguat sendiri seri akan semakin meningkat. Dari hasil pengukuran telah didapatkan nilai kecepatan putaran motor DC dari masing-masing sudut penyalaan ( $\alpha$ ) dan torsi yang digunakan. Sehingga bisa disimpulkan bahwa semakin besar torsi beban yang ditanggung oleh motor maka kecepatan putaran motor DC penguat sendiri akan semakin menurun.

### 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 \*penulis korespondensi



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 penyalaaan 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  $0^0$  didapatkan nilai kecepatan 1517.92 RPM. Besarnya kecepatan motor DC penguat seri dapat diperkecil nilai kecepatannya dengan memperbesar sudut penyalaaannya.

#### REFERENSI

- [1] I. Hidayat, "SIMULASI PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC DENGAN PENYEARAH TERKENDALI SEMI KONVERTER BERBASIS MATLAB/SIMULINK," *TELEKOMNIKA*, vol. 2, no. 1, pp. 41-48, 2004.
- [2] S. MUHAMMAD HAMZAH ABDURRAHMAN AS-SALAF, "Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Software PSIM," *MIND*, vol. 6, no. 1, pp. 103 - 117, 2021.
- [3] N. Nugroho and S. Agustina, "ANALISA MOTOR DC (DIRECT CURRENT) SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK," *Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 28-34, 2015.
- [4] 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].
- [5] admin, "Kelaspinter," 20 September 2021. [Online]. Available: <https://www.kelaspinter.com/prinsip-kerja-dan-jenis-jenis-motor-dc/>. [Accessed 22 Oktober 2021].
- [6] T. F. T. U. N. Yogyakarta, "Penyearah (Rectifier)," in *Teknik Dasar Rectifier dan Inverter*, Yogyakarta, Universitas Negeri Yogyakarta, 2003, p. 8.
- [7] A. B. Wibisino, T. Sukmadi and M. Facta, "PERANCANGAN PENYEARAH SATU FASE TERKONTROL PENUH SEBAGAI CATU DAYA MOTOR ARUS SEARAH PADA PROTOTYPE OVERHEAD CRANE MODE HOISTING," *TRANSIENT*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [8] 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](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].
- [9] M. Sunarhati, "ANALISA PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC PENGUAT DENGAN MENGGUNAKAN THYRISTOR," *TEKNIK ELEKTRO*, vol. 8, no. 1, pp. 24-34, 2018.
- [10] M. J. Mustofa, "PERANCANGAN PENYEARAH TERKENDALI UNTUK PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC," *TEKNIK ELEKTRO*, pp. 1-2, 2021.

\*penulis korespondensi



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