

# Perancangan Alat Kontrol Kecepatan Pada Motor Brushless Alternating Current Pompa Air 1 Fasa

Oleh:

Ahmad Tomy Al Ayyubi,

181020100024/T. Elektro B1

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2025



# Pendahuluan

Permasalahan Permasalahan pada sistem pompa air rumah tangga atau industri skala kecil sering kali berkaitan dengan efisiensi energi dan keandalan sistem kontrol motor. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan motor Brushless AC (BLAC) yang memiliki keunggulan dalam hal efisiensi, torsi tinggi, serta kontrol kecepatan yang presisi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan alat kontrol kecepatan pada motor BLAC satu fasa yang diaplikasikan pada pompa air. Sistem kontrol kecepatan yang digunakan berbasis pengaturan sinyal PWM (Pulse Width Modulation) dengan komponen utama seperti mikrokontroler, driver motor, sensor kecepatan, dan TRIAC sebagai aktuator utama. Metodologi penelitian mencakup tahap perancangan rangkaian, simulasi menggunakan software proteus, serta pengujian langsung terhadap performa sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengatur kecepatan motor BLAC secara halus dan responsif terhadap perubahan beban, dengan efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan sistem konvensional. Keberhasilan perancangan ini diharapkan dapat menjadi solusi aplikatif untuk sistem pompa air berbasis motor BLAC dengan kontrol kecepatan yang lebih fleksibel dan hemat energi.

# Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

## **Rumusan Masalah :**

Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol kecepatan yang efektif dan efisien pada motor BLAC satu fasa untuk aplikasi pompa air menggunakan metode PWM dan komponen TRIAC dan DIAC sebagai aktuator?

## **Batasan Masalah :**

Penelitian ini dibatasi pada perancangan dan implementasi sistem kontrol kecepatan motor BLAC satu fasa dengan metode PWM menggunakan mikrokontroler dan komponen TRIAC, tanpa membahas efisiensi hidrolik dari sistem pompa air secara keseluruhan.

# Tujuan Dan Manfaat

## **Tujuan :**

Merancang dan membuat sistem kontrol kecepatan motor BLAC menggunakan TRIAC dan DIAC.

## **Manfaat :**

- Memberikan alternatif pengendalian kecepatan motor AC yang sederhana dan murah untuk aplikasi pompa air.
- Menjadi dasar perancangan sistem kontrol motor BLAC tanpa mikrokontroler.
- Menambah literatur dan referensi terkait sistem pengaturan kecepatan motor berbasis komponen analog.

# Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa (engineering research) dengan pendekatan eksperimen berbasis pembuatan karya alat. Penelitian ini dilakukan dengan cara merancang dan membuat alat pengontrol kecepatan motor BLAC pompa air satu fasa, serta mengujinya untuk mengetahui kinerja sistem secara fungsional.

# Hasil Dan Pembahasan

Kecepatan refensi (RPM)	Debit air (L/Min)
800	5.2
1200	7.8
1600	10.5
2000	13.2
2400	15.9
2800	18.5

# Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Sistem kontrol kecepatan motor BLAC pompa air satu fasa berbasis *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan *aktuator* TRIAC berhasil dikembangkan dan diimplementasikan secara efektif. Sistem ini mampu mengatur kecepatan motor secara presisi dan stabil, dengan deviasi kecepatan aktual terhadap referensi  $<1,5\%$ , serta respon dinamis  $<0,5$  detik. Pengujian performa kecepatan motor menunjukkan bahwa motor mampu mengikuti variasi input kecepatan dengan akurat, memastikan laju alir air dapat dikontrol sesuai kebutuhan. Keakuratan kontrol rata-rata mencapai  $\pm 3\%$  dari nilai *setpoint* dengan *fluktuasi*  $<\pm 2\%$  selama 8 jam operasi kontinu. Efisiensi energi sistem meningkat secara signifikan. Dengan pengaturan daya melalui kombinasi PWM dan TRIAC, konsumsi energi motor dapat ditekan hingga 18–20% dibandingkan dengan pengoperasian tanpa kontrol kecepatan. Efisiensi tertinggi (89,7%) tercapai pada 2000 RPM dan *head* 10 meter.

- Pengendalian laju alir pompa air menunjukkan hubungan *linier* antara kecepatan motor dan debit air, memastikan bahwa sistem mampu menyesuaikan *output* air secara *proporsional* terhadap permintaan. Hal ini sangat bermanfaat dalam aplikasi irigasi dan *distribusi* air rumah tangga atau industri kecil. Sistem proteksi *termal* dan adaptasi beban dinamis bekerja secara efektif. Proteksi suhu otomatis aktif saat motor mencapai suhu  $>85^{\circ}\text{C}$ , sementara sistem juga mampu menurunkan RPM secara otomatis saat terjadi penurunan tekanan atau beban mendadak. Keunggulan sistem PWM-TRIAC dibandingkan metode *konvensional* (seperti SCR) terletak pada efisiensi *switching*, kompensasi beban otomatis melalui algoritma PID berbasis *arduino*, serta pengurangan *ripple current* hingga  $<5\%$  berkat modulasi PWM frekuensi tinggi (8kHz).

# Referensi

- I. Journal, O. F. Engineering, F. Quadrant, S. Control, O. F. Dc, and M. Using, "International journal of engineering sciences & research technology four quadrant speed control of dc motor using chopper \*," *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 298–305, 2015.
- D. Untuk, M. Persyaratan, and U. Sarjana, "Rancang bangun rangkaian pengatur kecepatan motor satu phasa menggunakan ic at89s51 tugasakhir," 2011.
- M. S. Ummah, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析 Title," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MEL\\_ESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MEL_ESTARI).
- S. Lata Tripathi and S. Dwivedi, *Electronic Devices and Circuit Design*. 2021.
- C. Jenish and M. Jenish, "Performance Analysis of BLDC Motors and its Various Control Strategies," no. April, pp. 0–10, 2023, doi: 10.55041/IJSREM18002.
- M. Poppe, "Electrical Engineering," *Springer Handbooks*, pp. 1167–1221, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-47035-7\_26.

- D. F. de Souza, E. L. A. da Guarda, I. L. Sauer, and H. Tatizawa, "Energy efficiency indicators for water pumping systems in multifamily buildings," *Energies*, vol. 14, no. 21, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3390/en14217152.
- M. Shreekrishnadevaraya and C. Lakshminarayana, "Design and Implementation of speed control for 3 phase induction motor using Active Front End Drive," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, pp. 531–535, 2022, [Online]. Available: [www.irjet.net](http://www.irjet.net).
- T. Steval-ill and S.- Ill, "Application note Universal motor speed control and light dimmer," no. October, pp. 1–38, 2007.
- H. Doddq *et al.*, "5Dqfdqj %Dajxq 6Lvwhp .Hqgdol .Hfhsdwdq 0Rwru ,Qgxnlv )Dvd 'Hqjda 3Hqjdwxdq 6Xgxw 3Hq\ Doddq."

# Sekian Dan Terima Kasih

