

DESAIN SENSORLESS (MINIMUM SENSOR) KONTROL MOTOR INDUKSI 1 FASA PADA MESIN PERONTOK PADI

Toni Putra Agus Setiawan, Hari Putranto

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, menguji, serta merangkit desain kendali motor dengan menggunakan *sensorless* sebagai *feedbacknya*. Pada sistem pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa dengan perubahan tegangan berbasis *sensorless* ini, pengaturan tegangan input kumparan stator motor membutuhkan program pembangkit sinyal PWM untuk mengatur kerja Triac. Pada sistem ATmega8 akan mengatur sudut sulut thyristor yang sedang mengontrol tegangan jala-jala yang merupakan input kumparan stator motor induksi satu fasa. Pada salah satu terminal motor akan terhubung dengan umpan balik *sensorless* untuk membandingkan outputan tegangan yang dihasilkan dengan outputan tegangan pada potesimeter yang kemudian dibaca oleh ATmega8 untuk diatur lebar pulsanya dengan perbandingan kedua tegangan diatas.

Kata kunci : Motor Induksi 1 fasa, *Sensorless*, Triac, ATmega 8

Motor 1 fasa terdiri dari berbagai macam jenis dan merupakan motor yang mudah didapatkan, terjangkau dan mudah diope-rasikan. Pengoperasian disini terdiri dari berbagai macam cara atau metode untuk mengoperasikannya, tergantung dari penggunaan menurut situasi dan kondisi.

Pengoperasian motor 1 fasa di atas dapat berupa pengendalian kecepatannya, pengendalian star awal motor serta juga bisa pengendalian untuk pengeremannya atau saat motor akan berhenti. Pengendalian kecepatan pada motor 1 fasa ini dapat diatur dengan metode AC maupun DC. Sedangkan untuk pengendalian pada saat start motor dapat digunakan metode soft start motor.

Pengendalian motor 1 fasa ini akan lebih valid atau lebih teruji jika dengan menggunakan kendali AC atau lebih tepatnya menggunakan perpaduan kerja TRIAC dan Mikrokontroler sebagai drivernya. Dikarenakan penggunaan bahan untuk pembuatannya relatif terjangkau dan peralatannya juga lebih mudah didapat. Selain itu pengendalian putaran motor dengan kendali AC sangat aplikatif karena dapat langsung diterapkan dalam kehidupan.

TRIAC

Triac dapat bersifat konduktif dalam dua arah. Dalam hal ini dapat dianggap sebagai dua buah thyristor tersambung secara anti paralel. Karena triac merupakan komponen bidirectional, terminalnya tidak dapat ditentukan sebagai anode/ katode. Koneksi – koneksinya diberi nama main terminal 1(MT1), main terminal 2 (MT2) dan gate atau gerbang (G). Untuk type Triac yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah type Triac Q-4006.

Motor AC 1 Fasa

Motor listrik adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (putaran). Energi mekanik diperoleh karena arus listrik yang mengalir melalui penghantar berada pada medan magnet sehingga timbul daya dorong mekanik. Sedangkan dalam penelitian ini digunakan motor pompa air atau yang biasa disebut *motor run capasitor*.

Zero Crossing Detector (ZCD)

Zero crossing detector (ZCD) adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220 volt saat melewati titik tegangan nol. Seberangan titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari positif menuju negatif dan peralihan dari negatif menuju positif. Seberangan-seberangan titik nol ini merupakan acuan yang digunakan sebagai awal pemberian nilai waktu tunda untuk pemicuan triac.

Mikrokontroler ATmega 8

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah ATmega 8 dengan menggunakan bahasa C++ sebagai bahasa pemrogramannya. Kelengkapan dari mikrokontroler ATmega 8 ini diantaranya memiliki saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, *port D*; ADC 10-bit sebanyak 8 saluran; Tiga buah *timer* atau *counter*; CPU yang terdiri atas 32 buah *register* dll.

Umpan Balik Sensorless

Pada rangkaian ini digunakan rangkaian op amp untuk penguatan dan pembacaan sinyal tegangan dari motor. Dari motor pada keadaan berbeban maupun tanpa beban akan dialiri arus, pada arus ini akan dibaca oleh sensor arus dan dikuatkan dengan op amp tersebut.

Prinsip kerja Sensorless

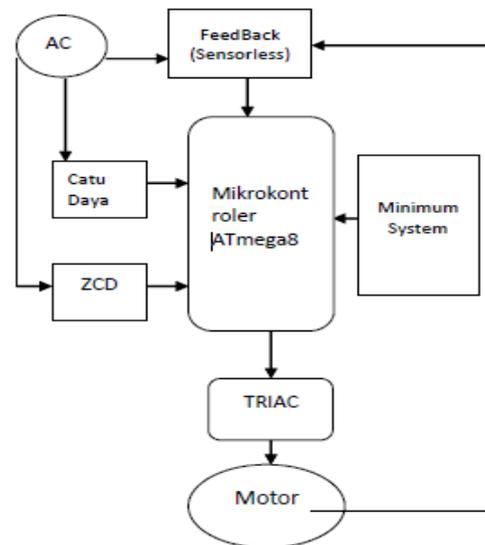
Untuk kendali dengan menggunakan sensorless merupakan kendali putaran motor dengan pengaturan bukan pengaturan frekuensinya, jadi hardware yang digunakan dapat berupa komponen yang bisa memutus sinyal tegangan yang masuk ke motor. Dan untuk kendali motor yang dibahas saat ini adalah dengan menggunakan Triac yang dapat dipicu dengan sinyal PWM yang dihasilkan oleh

Mikrokontroler dan sudut penyulutan awal Triac ditentukan oleh rangkaian pendeteksi tegangan nol (*Zero Crossing Detector*) yang diumpanbalikkan menuju *sensorless* tersebut.

METODE

Perancangan Alat

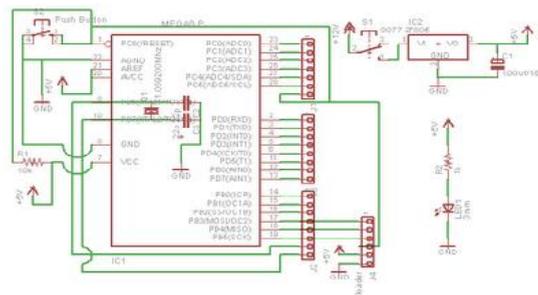
Untuk diagram blok dari pengendali motor kapasitor dengan kendali *sensorless* beserta dengan rangkaian yang digunakan ini adalah sebagai berikut



Gambar 1. Blok Diagram Kendali

Sedangkan pada rangkaian tiap blok diatas dapat dijelaskan sebagai berikut.

Minimum System ATmega 8

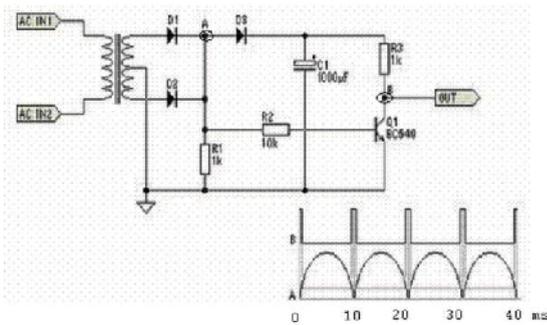


Gambar 2. Minimum system ATmega 8

Pada minimum system diatas ATmega 8 bekerja pada range tegangan 0-5 Vdc. Sedangkan port yang digunakan adalah Port ADC.0 digunakan untuk input dari rangkaian sensor; Port ADC.1 merupakan inputan dari potensiometer; dan Port ADC.2 merupakan input dari zero crossing detector. Sedangkan untuk port output yang digunakan untuk pemicuan Triac terdapat pada Port OCR1A.

Zero Crossing Detector

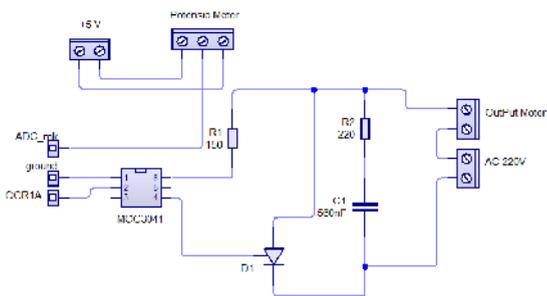
Rangkaian ini merupakan rangkaian pendeteksi sinyal sinus pada posisi 0 yang digunakan untuk pemicu komponen kendali yaitu Triac. Rangkaian yang digunakan adalah



Gambar 3. Zero Crossing Detector

Triac driver

Pada bagian Triac ini menggunakan optocoupler MOC 3041 sebagai pemahannya dan menggunakan Triac Q-4006 sebagai kompenen kendalinya. Skema rangkaiannya adalah sebagai berikut

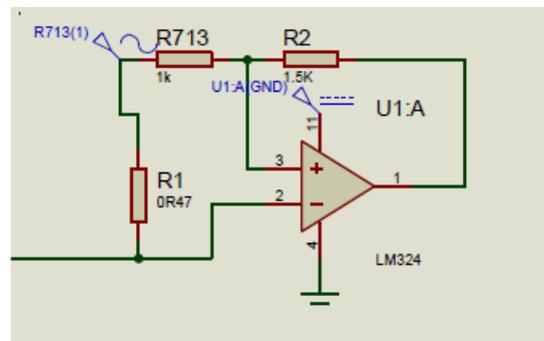


Gambar 4. Triac Driver

Sensorless

Penggunaan *sensorless* sebagai umpan balik dimaksudkan untuk pembacaan arus yang melewati motor agar bisa terdeteksi oleh sensor dan dilakukan perbandingan dengan tegangan masukan dari potensiometer sehingga akan terjadi selisih tegangan yang akan diolah oleh mikrokontroler untuk pengaturan tegangan dan pemicuan

Triacnya. Berikut ini merupakan skema dari rangkaian *sensorless*



Gambar 5. Desain *Sensorless*

Perakitan

Desain prototype ini merupakan suatu rangkaian kendali motor induksi 1 fasa yang diwujudkan dalam sebuah trainer agar dapat digunakan untuk pembelajaran mahasiswa teknik elektro. Sebelum diubah pada bentuk trainer terlebih dahulu dibuat rangkaian-rangkaian yang telah dirancang diatas pada PCB (*Printed Circuit Board*), dipasang pada sebuah papan model trainer dan penataan tata letak komponen yang ditata sedemikian rupa sehingga mudah dipelajari.

Pengujian

Dalam hal ini pengecekan untuk tegangan juga begitu penting, karena dalam rangkaian *driver* Triac input pada MOC-3041 merupakan tegangan DC sedangkan outputnya harus tegangan AC 220 V. Maka akan sangat penting dalam

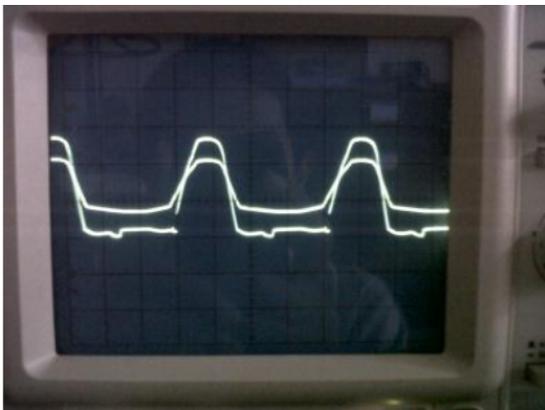
penggunaan alat ukurnya. Serta komponen la-in seperti regulator tegangan 7805 yang sering panas. Masukan pada mikrokontroler juga harus sangat diperhatikan, karena semua tegangan yang masuk pada mikrokontroler harus 5V DC.

Setelah melakukan pengecekan pada tiap blok diagram maupun rangkaiannya, langkah berikutnya pada metode pengujian ini merupakan pengecekan putarannya serta torsi pada saat motor dalam keadaan berbeban maupun tak berbeban. Karena motor yang digunakan merupakan motor dengan daya kecil maka torsi yang dihasilkan juga relatif kecil. Hubungan daya, putaran dan torsi dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \omega \times \tau / 60.000$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari desain prototype diatas telah menghasilkan suatu trainer kendali motor induksi 1 fasa dengan daya yang relatif kecil namun dapat diatur putarannya berdasarkan dengan berat beban atau torsi pada motor saat motor bekerja. Berikut ini merupakan outputan dari Zero crossing Detector dengan dibandingkan tegangan inputnya



Gambar 6. Perbandingan Sinyal keluaran

ZCD dengan inputannya

Pengaturan putaran tidak dapat memposisikan potensio pada posisi 0%, hal ini dikarenakan motor akan bergetar karena adanya efek *hammer* yaitu efek getaran pada saat putaran mendekati minimal dan menyebabkan motor bergetar.

Sedangkan jika dilihat dari putaran tersebut dapat diperoleh torsi motor yang dihasilkan dengan melihat tabel perbandingan torsi motor, putaran dan daya motor dibawah ini

Tabel 1. Perbandingan Torsi, Putaran dan Daya

Daya (P) (Watt)	ω (RPM)	P x 60000	$\omega \times 2.\pi$	τ (Lm)
125	1498	7500000	9407.44	797.2413
125	784.8	7500000	4928.544	1521.748
125	733.5	7500000	4606.38	1628.177
125	525.5	7500000	3300.14	2272.631
125	333.3	7500000	2093.124	3583.161
125	151.9	7500000	953.932	7862.196

KESIMPULAN

Berdasarkan prototype dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Desain kendali motor ini menggunakan piranti mikrokontroler dan Triac serta sudut picunya diatur oleh *zero crossing detector* agar motor dapat berputar dengan rpm rendah dan menggunakan sensor arus sebagai umpan baliknya dengan membandingkan tegangan output pada potensio dan tegangan output pada sensor sebagai perbandingan pengatur sinyalnya pada ADC Mikrokontroler.
2. Perakitan pada trainer untuk kendali motor ini dapat memudahkan untuk mendeteksi kesalahan pada kabel maupun kesalahan pada komponen jika ada komponen yang terbakar karena tata letak komponen dibiarkan terbuka.

3. Pengendalian kecepatan putar motor ini akan mengakibatkan motor bergetar saat pada putaran nominal rendah, hal ini disebabkan adanya efek *hammer* pada motor karena tegangan suplay pada motor induksi 1 fasa berkurang karena terpotong oleh pemecuan Triac.

DAFTAR RUJUKAN

Anonymous. 2011. *Diktat Mata Kuliah Mekatronika Bab IV Mikrokontroler*. Teknik Mesin Universitas Widyagama : Malang.

Aripriharta. 2011. *Elektronika Daya Lanjut*. Universitas Negeri Malang : Malang.

Skalka, Ivan dkk. 2011. *Low Cost Universal Motor Sensorless Phase Angle Drive System*. Roznov System Application Laboratory : Czech Republic.

Syarifudin, Dwi. 2011. *Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga*. Institut Sains & teknologi AKPRIND : Yogyakarta.

Wahyu, Hari. 2009. *Aplikasi Mikrokontroler AT89C51 Sebagai Pembangkit PWM Sinusoida 1 Fasa Untuk mengendalikan Putaran Motor Sinkron*. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.

Zuriman. 2010. *Generator dan Motor AC*. Universitas GadjahMada Yogyakarta: Yogyakarta