

APLIKASI MIKROKONTROLER ATMEGA 2560 PADA LUP TERBUKA SEBAGAI KONTROL KECEPATAN MOTOR 1 PHASE

I Ketut Darminta.

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064 Tuban Badung – Bali
Phone :+62-361-701981, Fax: +62-361-701128

ABSTRAK: Mengatur kecepatan motor listrik sangat diperlukan dalam berbagai industri, baik pada kelistrikan yang mendukung kepariwisataan seperti hotel, industri yang memproduksi tekstil, maupun instalasi gedung-gedung kantor baik pemerintah maupun swasta, begitu juga industri lainnya. Dengan aplikasi mikrokontroler untuk mengatur kecepatan motor 1 phase ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran yang cukup bermanfaat, karena dapat mengatur kecepatan motor 1 phase juga berarti kita dapat melakukan penghematan penggunaan energi listrik.

Dengan mengatur kecepatan motor dengan cara mengatur lebar pulsa modulasi (PWM) pada mikrokontroler akan memiliki kelebihan dari pada mengatur kecepatan motor dengan cara penguatan sinyal analog yang menggunakan komponen transistor sebagai komponen utamanya cenderung terjadi rugi daya yang menyebabkan transistor itu panas dan cepat rusak. Untuk menggantikan penguatan sinyal analog inilah maka mengatur lebar pulsa modulasi ini lebih cocok untuk diterapkan.

Dalam aplikasi ini *output* PWM mikrokontroler berupa tegangan DC digital yang lebar pulsa diatur maka diperlukan rangkaian driver sebagai pengendali motor 1 phase tersebut. Pada rangkaian pengendali memanfaatkan *optocoupler* sebagai penerima *output* PWM yang memiliki nilai output linier pada saat mendapat input antara 2 volt sampai 3 volt, akan diteruskan untuk mentrigger thyristor yang terlebih dahulu keluaran *optocoupler* disearahkan dengan dioda penyearah.

Pada aplikasi ini pula dilengkapi pemasangan delapan buah LED untuk digunakan sebagai indicator bahwa PWM yang keluar berharga 100 % *duty cycle* dengan tanda semua LED akan menyala, begitu pula kalau PWM yang keluar 50 % *duty cycle* maka empat buah Led yang menyala, dan kalau PWM yang keluar 25% *duty cycle* maka 2 Led yang akan menyala.

Kata kunci : PWM, *optocoupler*, *thyristor*.

Abstract: : Arranging electromotor speed very needed in so many industries, either on electricity which supports hotel, industry producing textile, or is physical plant installation governmental good office and also private sector, and other industry. With the application of microcontroller to arrange the speed of this 1 phase motor is expected can give the opinion contribution which useful enough, because can arrange the motor speed 1 phase also burden the us can do the thrift of use of energy electricians.

By arranging motor speed by arranging wide of pulsa modulation (PWM) at mikrokontroler will own the excess from at arranging motor speed by reinforcement of sinyal analogue using transistor component as component the core important happened the energy loss causing that transistor is hot and quickly destroy. For the of analogous reinforcement signal this is hence wide regulator of this pulsa modulation is more suited for applied.

In this application, output PWM microcontroller in the form of wide digital tension DC of pulsa arranged is hence needed network driver as motor controller 1 phase. At controller network exploit optocoupler as receiver of output PWM owning linear value output at the input of between 2 volt until 3 volt, to be continued for the turn on thyrstor which beforehand unidirectional output optocoupler by dioda is rectifier

This application is also equipped by the installation eight LED to be used as indicator that secretary PWM worth 100 % duty cycle with the sign of all LED turn on, so also if secretary PWM 50 % duty cycle hence four LED turn on, and if secretary PWM 25% duty cycle hence 2 LED turn on.

Key word: PWM, *optocoupler*, *thyristor*.

I.PENDAHULUAN

Mengatur kecepatan motor listrik sangat diperlukan dalam berbagai industri, baik pada kelistrikan yang mendukung kepariwisataan seperti hotel, industry yang memproduksi tekstil, maupun instalasi gedung-gedung kantor baik pemerintah maupun swasta, begitu juga industri lainnya. Dengan aplikasi mikrokontroler untuk mengatur kecepatan motor 1 phase ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran yang cukup bermanfaat, karena dapat mengatur kecepatan motor 1 phase juga berarti kita dapat melakukan penghematan penggunaan energy listrik.

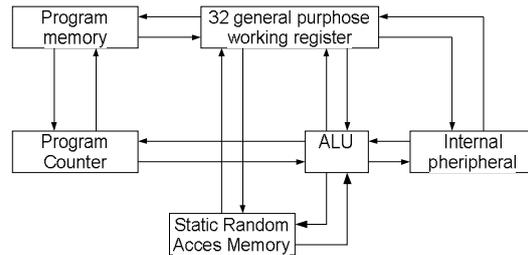
Dengan mengatur kecepatan motor dengan cara mengatur lebar pulsa modulasi (PWM) pada mikrokontroler akan memiliki kelebihan dari pada mengatur kecepatan motor dengan cara penguatan sinyal analog yang menggunakan komponen transistor sebagai komponen utamanya cenderung terjadi rugi daya yang menyebabkan transistor itu panas dan cepat rusak. Untuk menggantikan penguatan sinyal analog inilah maka pengatur lebar pulsa modulasi ini lebih cocok untuk diterapkan.

Dalam aplikasi ini *output* PWM mikrokontroler berupa tegangan DC digital yang lebar pulsa diatur maka diperlukan rangkaian driver sebagai pengendali motor 1 phase tersebut. Pada rangkaian pengendali memanfaatkan optocoupler sebagai penerima output PWM yang akan diteruskan untuk mentrigger thyristor yang terlebih dahulu keluaran optocoupler disearahkan dengan dioda penyearah..

Pada aplikasi ini pula dilengkapi pemasangan delapan buah LED untuk digunakan sebagai indikator bahwa PWM yang keluar berharga 100 % *duty cycle* dengan tanda semua LED akan menyala, begitu pula kalau PWM yang keluar 50 % *duty cycle* maka empat buah Led yang menyala, dan kalau PWM yang keluar 25% *duty cycle* maka 1 Led yang akan menyala.

1.1 Konsep Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem microprosesor di dalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamat) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya. Arsitektur dari sebuah mikrokontroler dapat digambarkan seperti Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Blok diagram arsitektur mikrokontroler AVR

ALU (Arithmetic Logic Unit) adalah prosesor yang bertugas mengeksekusi kode program yang ditunjuk oleh program counter.

Program memori adalah memori Flash PEROM yang bertugas menyimpan program (*software*) yang kita buat dalam bentuk kode-kode program yang telah kita compile berupa bilangan heksa atau biner.

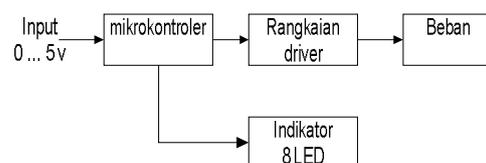
Program Counter (PC) adalah bertugas menunjukkan ke ALU alamat program memori yang harus diterjemahkan kode programnya dan dieksekusi. Sifat dari PC linier artinya ia menghitung naik satu bilangan teragantung alamat awalnya.

32 General Purpose Working Register (GPR) adalah register file atau register kerja . Tugas GPR adalah tempat ALU mengeksekusi kode-kode program, setiap instruksi dalam ALU melibatkan GPR.

Static Random Accses Memory (SRAM) adalah RAM yang bertugas menyimpan data sementara sama seperti RAM pada umumnya.

Internal Pheripheral adalah peralatan/modul internal yang ada dalam mikrokontroler seperti saluran I/O, Interupsi eksternal, Timer/Counter, USART, EEPROM dan lain-lain.

Pemrograman mikrokontroler AT Mega 2560 dilakukan pada perangkat lunak Arduino dimana komputer yang telah terinstal perangkat lunak Arduino yang bahasa pemrogramannya menggunakan bahasa C dapat kita tampilkan sebuah *Sketch*. *Sketch* merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan program. Sebagaimana diketahui, program adalah istilah yang umum yang menyatakan kumpulan instruksi atau kode untuk mengatur komputer. Diagram blok aplikasi mikrokontroler AT Mega 2560 pada lup terbuka sebagai kontrol kecepatan motor 1 phase dapat digambarkan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram system lup terbuka sebagai control kecepatan motor 1 phasa.

1.2 LED

Led merupakan diode yang memancarkan cahaya. Led membutuhkan arus sekitar 220 mA agar diperoleh cahaya yang paling cerah. Itulah sebabnya, diperlukan resistor untuk memenuhi hal ini. Adapun pin dari mikrokontroler menghasilkan tegangan 5 V yang tentu saja memberikan arus yang jauh lebih besar dari yang dibutuhkan LED jika LED dihubungkan secara langsung. Untuk menghindari ini, LED sebaiknya dilengkapi dengan resistor agar arus yang dibutuhkananya benar-benar sesuai.

Berdasarkan besarnya tegangan dan besarnya arus yang dibutuhkan LED, besarnya resistor yang dipasang harus mendekati 227,27 ohm seperti 220 ohm, 240 ohm atau 270 ohm.

1.3 Motor Listrik

Motor listrik adalah salah satu aktuator yang paling sering dipergunakan pada sistem mekatronika. Motor listrik dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi ataupun tegangan yang dipergunakan. Berdasarkan fungsinya motor listrik dapat diklasifikasikan motor torsi, roda gigi, servo dan step. Sedangkan berdasarkan tegangan yang dipakai motor listrik terdiri dari motor DC dan motor AC. Motor DC relatif lebih mudah diatur posisi, kecepatan, maupun torsi dibandingkan motor AC.

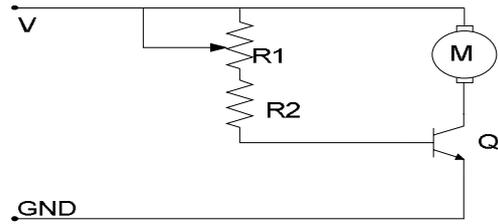
Semua motor listrik bekerja berdasarkan prinsip sederhana. Jika suatu konduktor yang sedang dialiri arus listrik berada dalam pengaruh medan magnet, maka konduktor tersebut akan mengalami gaya. Arah gaya selalu tegak lurus dengan arus dan medan magnet sesuai aturan tangan kanan. Besarnya gaya dapat dihitung dengan persamaan.

$$F = iBL \sin \theta \dots\dots\dots (1)$$

Motor listrik mempunyai konfigurasi tertentu sehingga gaya ini menimbulkan gerakan berputar pada porosnya.

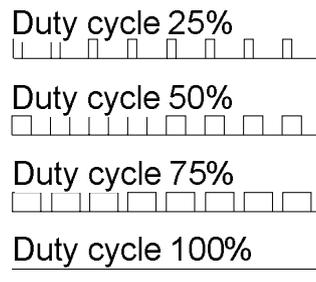
1.4 Pengendalian Kecepatan Motor

Secara umum pengendalian kecepatan motor dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan amplifier linier dan PWM (Pulse Width Modulation). Cara pertama cukup mudah dilakukan yaitu motor dihubungkan dengan transistor dengan konfigurasi common emitter atau *common collector* kemudian putaran motor dikendalikan. Cara ini memanfaatkan mode operasi linier pada transistor dengan mengatur tegangan/ arus basis. Kerugian penggunaan cara ini adalah saat transistor bekerja pada mode operasi linear transistor banyak menghasilkan rugi-rugi dalam bentuk panas sehingga daya yang dibutuhkan cukup besar, cara penguatan linier diperlihatkan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Pengendalian Motor menggunakan Penguatan Analog dengan Transistor.

Pulse Width Modulation (PWM) adalah pengendalian motor dengan cara mengatur lebar pulsa yang dikirimkan pada frekuensi yang tetap ke motor. Sinyal pengendalian hanya berupa sinyal *on* dan *off*. Dengan mengatur perbandingan lamanya sinyal *on* dan *off* yang diberikan, maka dapat diperoleh perubahan kecepatan pada motor, atau yang dikenal dengan *duty cycle* (waktu sinyal pada kondisi *on* dibandingkan dengan periode sinyal. *Duty cycle* 100 % menandakan motor bekerja pada kecepatan maksimal, sedangkan nilai *duty cycle* yang semakin kecil menyebabkan penurunan kecepatan putaran motor yang dihasilkan, variasi dari *duty cycle* ini dapat diperlihatkan seperti Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Beberapa Variasi Duty cycle.

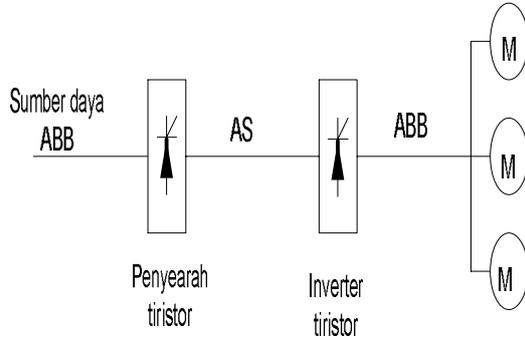
Kelebihan PWM dibandingkan penguatan linier adalah PWM menggunakan sinyal biner (digital) sehingga pengendalian kecepatan dapat dilakukan oleh pengendali digital tanpa memerlukan DAC. Kelebihan lainnya adalah karena transistor hanya berada pada mode operasi saturasi dan *cut off*, maka ada rugi-rugi daya berupa panas.

Kendali Perputaran dengan konversi frekuensi Bila frkuensi sumber daya diubah, maka perputaran sebanding dengan frekuensi yang diperoleh. Meskipun cara ini memerlukan sumber daya yang dapat memberikan frekuensi yang variable, bila kecepatan dari banyak motor akan dikendalikan secara kelompok, kendali perputaran pada kecepatan tinggi dapat dicapai secara efisien.

Sebagai sumber daya frekuensi variabel, tipe berikut dari converter frekuensi statis terutama dipakai:

Tipe inverter

Arus bolak balik dari sumber daya diubah ke arus searah dengan penyearah tiristor, dan arus yang dipenggal (di “chop”) pada frekuensi yang diperlukan dengan tiristor, untuk memperoleh daya arus bolak balik dari frekuensi variabel (seperti Gambar 5)

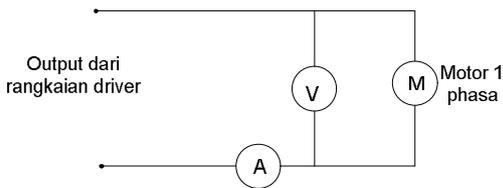


Gambar 5. Konverter frekuensi macam inverter. Tipe Siklokonverter (Cycloconverter)

Gelombang arus bolak balik dari sumber daya dipenggal dengan tiristor dan gelombang yang dipenggal digabungkan untuk mendapatkan daya arus bolak balik dari frekuensi variabel.

II. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah: pengumpulan bahan-bahan literatur sebagai penunjang untuk mendapatkan model matematis plant dan mengidentifikasi parameter-parameter plant, Perancangan dan aplikasi, dalam perancangan PWM diteruskan dengan perakitan komponen, perancangan dan implementasi, penyusunan algoritma dan pelaksanaan pemrograman, pengujian perancangan seperti Gambar 6 dan implementasi.



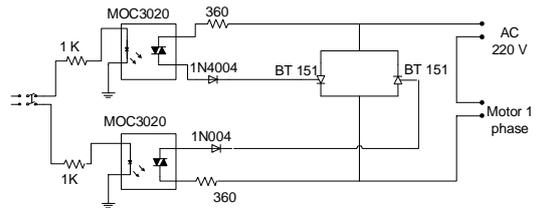
Gambar 6. Pengujian Arus dan tegangan pada output rangkaian driver

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem pengaturan kecepatan motor dengan mengatur lebar pulsa ini dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan Port PWM dari mikrokontroler sesuai dengan program yang dibuat maka akan didapatkan lebar pulsa berubah.

Keluaran Port PWM pada pin 5 mikrokontroler dengan masukan didapat dari Port A10 memerlukan rangkaian driver sebagai kendali akhir untuk menjalankan motor 1 phasa seperti berikut.



Gambar 7. Sistem Rangkaian Driver Motor 1 Phasa

Input yang diberikan pada Port A10 akan ditampilkan dengan penyalan barled sebanyak 8 bit yaitu menggunakan pin digital mikrokontroler 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28 dan 29.

3.2 Hasil Pengujian

Pengujian pada rangkaian driver ini dilakukan dengan memberikan tegangan masukan pada anoda optocoupler dan melakukan pengukuran arus dan tegangan yang terjadi pada beban, hasil pengukuran ini ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Pengujian arus dan tegangan pada output rangkaian driver.

No	Input Teg DC (Volt)	Tegangan AC (Volt)	Arus (Ampere)
1	0	0	0
2	1	0	0
3	2	0.008	0.01
4	2.2	126	0.02
5	2.4	129	0.06
6	2.5	140	0.08
7	2.6	150	0.10
8	2.8	166	0.11
9	3.0	227	0.16
10	4	227	0.16
11	5	227	0.16

Pengujian pada barled dilakukan untuk menunjukan proses normalisasi dari tegangan masukan menjadi bilangan biner 8 bit, yang akan menentukan lebar pulsa yang dihasilkan PWM. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Pengujian pada Bar Led.

Input	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
0 v	L	L	L	L	L	L	L	L
0.6 v	H	L	L	L	L	L	L	L
1.3 v	H	H	L	L	L	L	L	L
1.9 v	H	H	H	L	L	L	L	L
2.5 v	H	H	H	H	L	L	L	L
3.1 v	H	H	H	H	H	L	L	L
3.8 v	H	H	H	H	H	H	L	L
4.4 v	H	H	H	H	H	H	H	L
5.0 v	H	H	H	H	H	H	H	H

H: High
L: Low

3.3 Analisis

Dalam pengujian dengan melakukan pengukuran keluaran tegangan dan arus pada beban sebesar 40 watt terjadi hasil pengukuran yang bersifat linier pada saat rangkaian driver mendapat input sebesar 2 volt sampai 3 volt, Sedangkan pada saat rangkaian driver mendapat masukan tegangan 0 sampai 1 volt tegangan dan arus yang lewat pada beban adalah sebesar 0. Dan saat tegangan diberikan sebesar 2 volt tegangan yang lewat pada beban 0.008 volt dan arus sebesar 0.01 amper. Begitu pula saat input yang diberikan ke rangkaian driver 3 volt sampai 5 volt tegangan yang terjadi beban menjadi konstan sebesar 227 volt, dan arus yang melewati beban tersebut konstan sebesar 0.16 Amper. Sehingga dengan data ini pula dapat dikatakan bahwa optocoupler akan mulai bekerja (on) jika mendapat input sebesar 2 sampai 5 volt.

Pengujian dengan tampilan barled dengan masukan 0 sampai 5 volt yang diatur dengan menggunakan mikrokontroler didapat sesuai tabel, saat masukkan yang diberikan 0 volt semua led dalam kondisi *Low*, begitu juga sebaliknya jika masukkan yang diberikan 5 volt maka semua led akan menjadi *High*, dan jika tegangan masukkan yang diberikan sebesar 2.5 maka 4 led dalam kondisi *low*, 4 led yang lain dalam kondisi *High*. Atau dengan kata lain setiap penambahan tegangan masukan sebesar 0.625 volt akan menambah 1 led akan menyala. Pada saat semua led menyala, led akan padam setiap terjadi pengurangan tegangan masukan sebesar 0.625 volt.

IV. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan:

- a. *Optocoupler* memiliki daerah kerja linier pada saat mendapat input sebesar 2 volt sampai 3 volt.
- b. Masukan tegangan yang diatur dengan potensiometer yang ditampilkan dengan barled harus dinormalisasi dalam pembuatan program sehingga peningkatan nilai masukan juga diikuti dengan peningkatan jumlah led yang menyala pada barled.
- c. Dengan pengaturan lebar pulsa PWM akan didapat penyalaan *optocoupler* untuk mentrigger *thyristor* mensupply daya listrik ke beban.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan, disarankan untuk penyempurnaan hasil penelitian ini yaitu pengaturan lebar pulsa PWM dengan mikrokontroller hendaknya dapat diterapkan pada kontrol yang lain seperti temperatur, tekanan, posisi.

PUSTAKA

- [1]. Abdul Kadir, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino, CV Andi Offset, Yogyakarta, 2013
- [2]. Agung Nugroho Adi, Mekatronika, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.
- [3]. Ardi Winoto, Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535, Informatika Bandung, Juli 2008.
- [4]. Darminta I Ketut, Sistem Kontrol *Fuzzy Sliding Mode* pada Trayektori Temperatur Furnace, 2012.
- [5]. Mabuchi Magarisawa, Prof. Ts.MHD. Soelaiman, Mesin Tak Serempak dalam Praktek, Pradnya Paramita, Jakarta, 1995,