

Implementasi Inverter AC 1 FASA Untuk Pengendali Motor AC 1 FASA

Widia Wahyuringtyas F, Fathoni, Agus Pracoyo

Abstrak - Penelitian ini merupakan perancangan implementasi *inverter* satu fasa untuk pengendalian motor ac satu fasa. Inverter ini menggunakan rangkaian switching *H-bridge* sebagai rangkaian utamanya dengan metode *sinusoidal pulse width modulation*. Inverter ini digunakan untuk mengendalikan kecepatan putaran motor ac satu fasa berdasarkan perubahan frekuensinya. Inverter merupakan pengubah atau *konverter* sinyal dc menjadi sinyal ac. Inverter tersebut dapat diatur nilai frekuensinya dengan nilai tertentu menggunakan mikrokontroler ATmega32. Data yang diambil menggunakan *oscilloscope*, dan sensor kecepatan membuktikan bahwa perubahan frekuensi dapat memengaruhi kecepatan putaran motor dengan kecepatan 1120 rpm pada saat 30 Hz. Hal ini dapat membuktikan bahwa alat ini dapat digunakan untuk mengendalikan putaran mulai dari 1120 rpm hingga 1960 rpm dengan frekuensi 30 Hz hingga 50 Hz.

Kata Kunci : *inverter H-Bridge, unipolar SPWM, frekuensi, kecepatan putaran motor ac 1 fasa*

I. PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini, kebutuhan terhadap alat produksi yang tepat guna sangat dibutuhkan untuk dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Sebagian besar rumah tangga bahkan industry menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak utamanya. Penggunaan motor AC yang sering ditemui yaitu berupa mesin cuci, kipas angin, AC blower, mesin bubut dan peralatan lainnya. Selain itu motor induksi memiliki kelemahan yaitu motor induksi memiliki nilai slip (perbedaan kecepatan putar medan stator) yang sangat besar, dan motor induksi sulit dalam pengendalian kecepatan putarnya. Sehingga menyebabkan motor induksi tidak dapat mempertahankan kecepatannya dengan konstan apabila terjadi perubahan beban pada motor maka kecepatan motor induksi akan menurun dan menyebabkan performa beban yang digerakkan tidak maksimal. Pada hal ini inverter sebagai salah satu bentuk rekayasa ilmu elektronika daya merupakan salah satu cara untuk mengontrol kecepatan motor induksi. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan inverter,

tegangan dan frekuensi keluaran dapat diatur sehingga motor AC dapat dikendalikan dengan fleksibel. Karena hal ini menyangkut tentang control maka diharapkan dengan adanya modul praktikum ini dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap pengaruh perubahan frekuensi pada pengendali kecepatan putaran motor, sehingga mahasiswa dapat membuktikan kesesuaian antara teori dan praktek.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang dapat digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Inverter menghasilkan tegangan AC dengan frekuensi yang dikehendaki sehingga motor tersebut dapat dikontrol sesuai dengan kecepatan yang diinginkan[1].

Cara yang paling umum digunakan pada inverter yaitu dengan modulasi lebar pulsa (PWM). Sinyal kontrol penyaklaran ini diperoleh dengan cara membandingkan sinyal referensi (sinusoidal) dengan sinyal *carrier* (digunakan sinyal segitiga). Dengan menggunakan cara ini maka frekuensi dan tegangan fundamental mempunyai frekuensi yang sama dengan sinyal referensi sinusoidal[1].

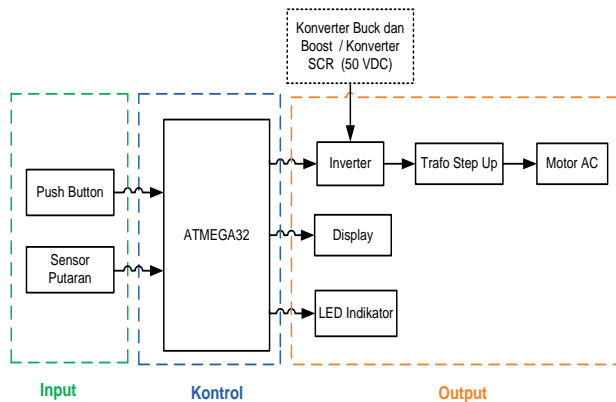
2.2 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruangan input ke dalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu. Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran[2].

Fuzzy logic dapat mengolah masukan berupa himpunan *linguistic* atau himpunan numeric menjadi keluaran berupa nilai. Besaran nilai tersebut kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan aktuator sebagai aksi dari sistem kendali. Untuk menghasilkan satu aksi kendali, dibutuhkan minimal dua himpunan masukan. Dalam logika *fuzzy* ada beberapa proses yang dilakukan untuk menghasilkan satu atau lebih aksi kendali. Proses tersebut diantaranya yaitu menentukan himpunan *fuzzy, fuzzifikasi, rule base, defuzzifikasi*[2].

III. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Blok Sistem



Gambar 1 Blok Diagram

1. Blok Input

- Input pada alat ini yaitu push button dan rotary encoder. Push button digunakan untuk pemilihan mode kontrol (mode PWM, mode fasa dan mode frekuensi) dan memasukkan nilai putaran sebagai *set point*.
- Sensor kecepatan putaran digunakan untuk mendeteksi nilai kecepatan putaran pada motor AC.

2. Blok Kontrol

- Proses control alat ini menggunakan mikrokontroler ATmega 32. Mikrokontroler digunakan untuk mengatur nilai frekuensi SPWM untuk *driver* MOSFET pada inverter. Pada mikrokontroler juga ditanamkan logika *fuzzy* sebagai metode control untuk pengendalian kecepatan putaran motor berdasarkan perubahan frekuensi.

3. Blok Output

- LCD digunakan untuk menampilkan nilai putaran.
- LED *indicator* berfungsi untuk menunjukkan mode control yang sedang dijalankan.
- Hasil pengolahan data dari mikrokontroler yang berupa SPWM dengan nilai frekuensi tertentu akan dikirimkan pada inverter. Inverter ini menggunakan rangkaian *H-bridge* sebagai rangkaian utamanya. Inverter mendapatkan *supply* 50 VDC dari keluaran konverter SCR atau konverter buck dan boost. Keluaran dari inverter akan dinaikkan nilai tegangannya menggunakan transformator *step up* dan difilter menggunakan kapasitor atau sebagai *Low Pass Filter* (LPF) sehingga menghasilkan bentuk sinyal sinus. Kemudian sinyal tersebut akan digunakan pada motor AC satu fasa sehingga putarannya dapat dikendalikan sesuai dengan yang diinginkan.

3.2 Desain Mekanik

Berikut merupakan spesifikasi yang terdapat pada alat ini :

- Spesifikasi mekanik
 - Panjang = 39 cm
 - Lebar = 28 cm
 - Tinggi = 17 cm
 - Bahan = Akrilik

- Spesifikasi elektrik

- Sumber keseluruhan sistem 220VAC
- Sumber inverter merupakan keluaran konverter sebesar 50 VDC
- Inverter switching H-bridge
- Teknik switching inverter SPWM unipolar
- Perubahan frekuensi dari 30 Hz – 60 Hz
- Trafo step up 50 V menjadi 220 V
- Motor AC 1 fasa dengan kecepatan maksimum 2850 RPM
- Sensor putaran dengan metode rotary encoder
- Mikrokontroler dengan metode logika fuzzy

3.3 Rangkaian H-Bridge

Rangkaian *switching inverter H-bridge* merupakan salah satu topologi dari sebuah *inverter*, dimana terdiri dari empat buah MOSFET 540 N-channel yang bekerja berpasangan dan bergantian. Untuk mengatur kerja dari keempat mosfet tersebut pada perancangan ini menggunakan *driver* mosfet IR2110 yang dilengkapi dengan fitur *deadtime* sebesar 10 ns. Pada rangkaian *switching inverter H-bridge* ini menggunakan pembangkit gelombang berupa *Sinusoidal Pulse Width Modulation* (SPWM) yang ditanamkan pada mikrokontroler ATmega32.

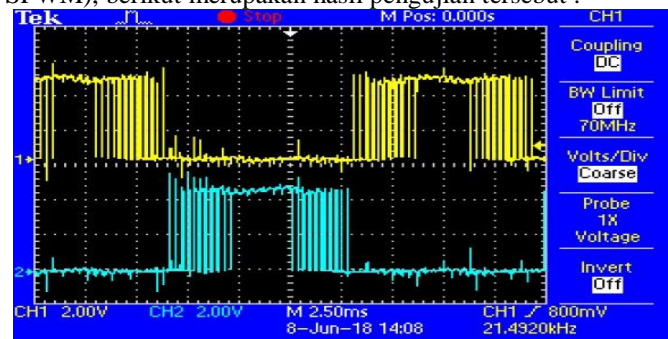
3.4 Sensor kecepatan

Sensor kecepatan putaran motor digunakan untuk mendeteksi nilai kecepatan putaran motor. Sensor kecepatan tersebut bekerja dengan metode rotary encoder. Pada sensor ini digunakan photodiode atau phototransistor sebagai komponen utamanya. Pada saat motor berputar maka akan terbentuk gelombang kotak karena adanya proses pemantulan cahaya pada photodiode atau sensor cahaya, sehingga setiap perubahan kecepatan putaran motor dapat dideteksi oleh mikrokontroler ATmega32.

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1. Pengujian Gelombang Unipolar SPWM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana bentuk gelombang PWM yang akan digunakan untuk *driver* MOSFET pada rangkaian *switching inverter H-bridge*. Jenis gelombang PWM yang digunakan pada skripsi ini adalah *Unipolar Sinusoidal Pulse Width Modulation* (Unipolar SPWM), berikut merupakan hasil pengujian tersebut :

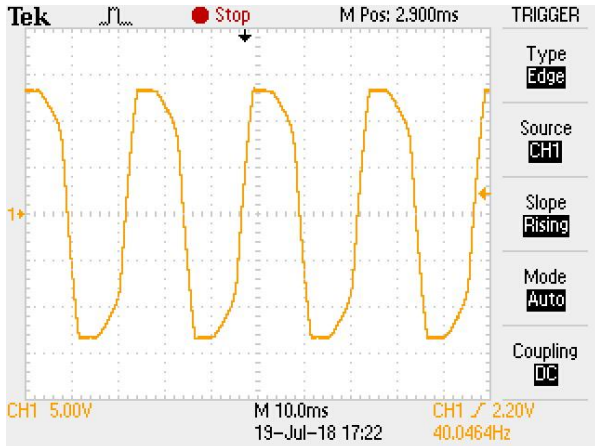


Gambar 2 Gelombang Output Unipolar SPWM

Berdasarkan hasil pengujian diatas *listing* program yang ditanamkan pada mikrokontroler ATmega 32 dapat menghasilkan gelombang SPWM *unipolar* sehingga dapat digunakan untuk *driver* rangkaian *switching H-bridge*.

4.2. Pengujian Rangkaian Switching Inverter H-Bridge

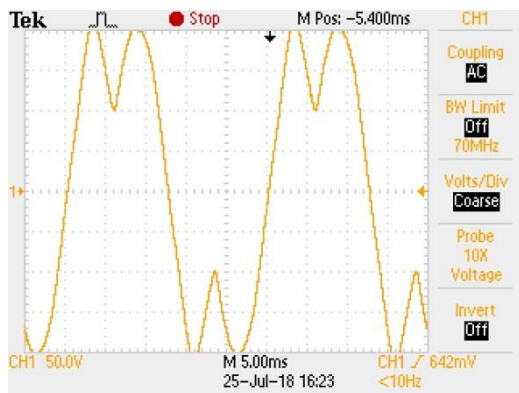
Pengujian rangkaian *switching inverter h-bridge* dilakukan untuk mengetahui bentuk gelombang yang dihasilkan oleh sinyal unipolar SPWM pada rangkaian ini. Berikut merupakan bentuk gelombang yang dihasilkan :



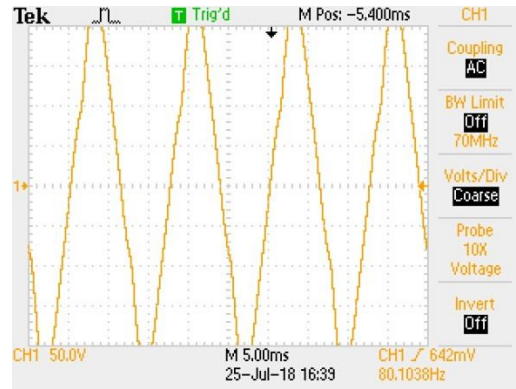
Gambar 3 Pengujian Rangkaian Switching Inverter H-Bridge Tanpa Beban

Pada gambar tersebut telah menunjukkan bahwa gelombang yang dihasilkan berupa gelombang sinus. Hal ini dikarenakan pengambilan gambar tersebut merupakan gambar keluaran *switching inverter h-bridge* yang telah melewati transformator *step up* dan kapasitor. Kapasitor tersebut berfungsi sebagai filter agar gelombang membentuk sinus.

Gelombang yang dihasilkan tidak berbentuk sinus yang sempurna. Hal ini dikarenakan pemilihan kapasitor yang kurang tepat. Namun hal ini masih dapat ditoleransi pada alat ini karena bentuk yang dihasilkan hampir membentuk sinus sehingga dapat digunakan pada beban yaitu motor AC 1 fasa.



Gambar 4 Pengujian Rangkaian Switching Inverter H-Bridge Tanpa Beban dan Frekuensi 40 Hz



Gambar 5 Pengujian Rangkaian Switching Inverter H-Bridge dengan Beban dan Frekuensi 80 Hz

Berdasarkan gambar diatas bentuk gelombang yang dihasilkan pada frekuensi 80 Hz bahkan hampir membentuk segitiga. Hal ini disebabkan oleh transformator yang saturasi terhadap frekuensi tinggi. Selain itu proses induksi atau EMF (*Electro Magnetic Force*) menghasilkan tegangan balik sehingga saat frekuensi rendah akan menghasilkan induksi yang lebih tinggi.

4.3. Pengujian Sistem Inverter H-bridge

Tabel 1 Pengujian Sistem Inverter H-Bridge

Frekuensi (Hz)	Sensor Putaran (rpm)	Tachometer (rpm)	Error (%)
30	1120	1176	4.7
35	1370	1340	2.2
40	1630	1632	0.1
45	1730	1780	2.8
50	1960	1986	1.3
55	1620	1580	2.5
60	1280	1311	2.4
65	1280	1265	1.2
70	1120	1156	3.1
80	890	937	5

Pada tabel 1 . diatas dapat diketahui bahwa nilai frekuensi terendah sebesar 30 Hz dan menghasilkan nilai kecepatan putaran sebesar 1120 rpm. Nilai kecepatan putaran tertinggi sebesar 1960 rpm yaitu pada saat nilai masukan frekuensi sebesar 50 Hz. Pada saat nilai frekuensi sebesar 55 Hz kecepatan mulai menurun yaitu sebesar 1620 rpm dan terus menurun hingga nilai frekuensi sebesar 80 Hz dan kecepatan yang dihasilkan 890 rpm. Hal ini disebabkan oleh pemilihan motor pada skripsi ini. Motor tersebut mengalami saturasi terhadap frekuensi yang tinggi.

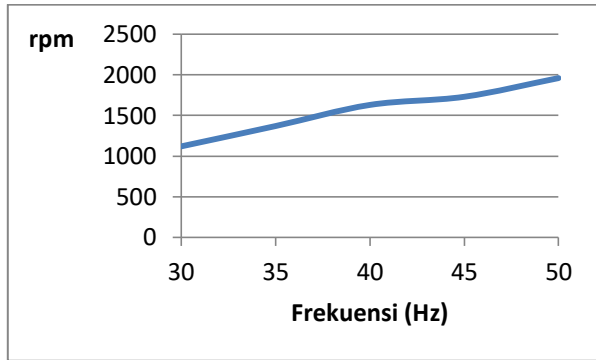
Pada tabel 1. terdapat nilai *error* yang nilai terkecilnya sebesar 0.1% yaitu saat frekuensi 40 Hz. Sedangkan nilai *error* terbesar yaitu sebesar 5 % yaitu saat frekuensi 80 Hz. *Error* tersebut disebabkan oleh pemilihan metode pembacaan sensor yang digunakan yaitu metode *reflector*. Metode *reflector*

sangat mudah terpengaruh terhadap cahaya luar. Nilai *error* tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan

$$e = \frac{\text{Nilai sensor} - \text{Nilai alat ukur}}{\text{Nilai alat ukur}} \times 100\%$$

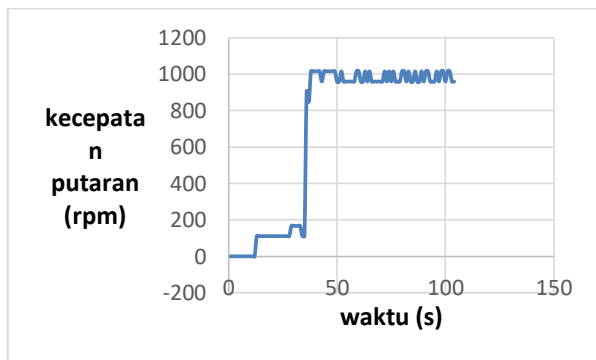
Selain itu dapat pula dihitung nilai rata-rata *error* dari keseluruhan data menggunakan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata error} &= \frac{\sum \text{error}}{\text{jumlah data}} \\ &= \frac{4.7 + 2.2 + 0.1 + 2.8 + 1.3 + 2.5 + 2.4 + 1.2 + 3.1 + 5}{10} \\ &= 2.53\% \end{aligned}$$



Gambar 6 Grafik Perubahan rpm terhadap Frekuensi

Gambar 6 menunjukkan bahwa kecepatan putaran pada motor ac 1 fasa tidak linier dikarenakan respon motor yang digunakan tidak linier. Namun alat ini bisa digunakan karena nilai *error* dan rata-rata *error* yang dihasilkan tidak melewati batas toleransi yaitu sebesar 5%. Selain itu kontrol frekuensi yang digunakan hanya mencapai 50 Hz karena jika melebihi nilai tersebut maka kecepatan putaran motor akan menurun.



Gambar 7 Grafik Respon Sistem Logika *Fuzzy*

Pada gambar 7 dapat diketahui bahwa dengan pengendalian kecepatan putaran motor ac 1 fasa berdasarkan nilai frekuensi telah mencapai set point, namun belum mencapai steady state yang sempurna. Hal ini dikarenakan pembacaan sensor yang tidak presisi. Berikut spesifikasi dari tanggapan respon sistem logika *fuzzy* pada skripsi ini :

- td (delay time) = 8s
- tr (rise time) = 17.5s
- tp (peak time) = 2.6s
- Mp = 15 rpm

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan beberapa pengujian pada sistem alat dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaturan frekuensi pada inverter hanya dapat melakukan pengendalian motor AC 1 fasa dengan frekuensi dari 30 Hz hingga 50 Hz yang ditunjukkan pada tabel 4.4. Pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai frekuensi maka semakin cepat putaran motor. Namun, saat nilai frekuensi lebih dari 50 Hz maka kecepatan putaran motor menurun. Hal ini dikarenakan terjadinya induksi yang tinggi pada transformator saat frekuensi tinggi. Sehingga pengaturan frekuensi pada inverter hanya untuk nilai frekuensi maksimal 50 Hz dengan kecepatan putaran 1960 RPM.
2. Pengaturan frekuensi pada inverter dapat mempengaruhi kecepatan putaran motor AC 1 fasa yang dibuktikan pada tabel 4.4. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa putaran semakin cepat saat nilai frekuensi semakin tinggi, sehingga dapat diketahui bahwa nilai frekuensi berbanding lurus dengan nilai kecepatan putaran motor.

5.2. Saran

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat ditambahkan dalam proses penyempurnaan alat yang ada, dan yang dapat ditambahkan yaitu :

1. Pengaturan frekuensi pada alat ini hanya mampu mengendalikan kecepatan putaran motor hingga 1960 RPM dengan frekuensi dari 30 Hz hingga 50 Hz.
2. Beban pada alat ini hanya menggunakan 1 jenis motor AC 1 fasa yang berupa motor fan dengan kecepatan maksimal 2825 RPM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, Ari Dwi & Riezki, Ndari Puji Antoro. (2017). Inverter Gelombang Sinusoida 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler ATmega 328. Malang : Politeknik Negeri Malang.
- [2] Palupi, Andianto Yogi. (2017). Implementasi Kontrol Logika Fuzzy untuk Kestabilan Tegangan Output Pada Modul Inverter H- Bridge. Malang : Politeknik Negeri Malang.
- [3] Setiawan, Bambang. (2010). Pembangkitan Optimum Pulse Width Modulation PWM untuk Inverter Satu Fasa. Surabaya : Institut Sepuluh November.
- [4] Sidik, Yohan Fajar, Wijaya, Danang F & Firmansyah, Eka. (2013). Sinusoidal Pulse Width Modulation Berbasis Lookup Table untuk Inverter Satu Fasa Menggunakan 16 Bit Digital Signal Controller. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.