

PURNARUPA TRAINER PRAKTIKUM PENGONTROLAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR AC BERBASIS *PULSE WIDTH MODULATION* (PWM) SEBAGAI PENGEMBANGAN *AUTOMATIC CONTROL TRAINER*

Zainal Abidin¹⁾, Daniel Kambuno¹⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Purnarupa Trainer Practicum Control of AC Motor Rotation Speed Based on Pulse Width Modulation (PWM) as the Development of Automatic Control Trainer has advantages over trainers who have started to determine zero crossing points, forming ramp generator signals, forming PWM signals, determining Triac trigger angles to forming AC. **Method:** Planning, introduction to work principles and data collection related to zero crossing detectors, ramp generator formation series, the series of PWM formation. **Results:** output voltage from the measurement results of a device is 25V, 50V, 75V, 100V, 125V, 150V, 175V, and 200V. While the calculation results obtained output voltage of 32.6V, 52.65V, 74V, 119.8V, 141V, 160V, 191V, and 211V with maximum voltage of ramp generator 1650 mV. **Conclusion:** The principle of the process of forming a zero crossing signal, sawtooth, PWM, and output signal is achieved perfectly even though there are differences between the test results and calculation results

Keywords: *PWM, ramp generator signals, zero crossing*

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran adalah seperangkat peristiwa yang mempengaruhi peserta didik sedemikian rupa sehingga peserta didik itu memperoleh kemudahan (Achmad Rifai & Catharina Tri Anni, 2009). Pembelajaran yang baik selain memerlukan pendidik yang menguasai materi juga memerlukan media atau alat pembelajaran yang dapat memudahkan pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Proses pembelajaran di Jurusan Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) terdiri dari mata kuliah teori dan praktik. Mata kuliah praktik mensyaratkan agar mahasiswa dapat mengaplikasikan konsep yang telah diperoleh pada mata kuliah teori. Salah satu mata kuliah praktik yang harus ditempuh oleh mahasiswa konsentrasi Teknik Elektronika adalah Praktik Elektronika Daya. Proses pembelajaran pada mata kuliah ini berupa kegiatan praktik di laboratorium dengan menggunakan bantuan media alat pembelajaran berupa trainer. Trainer merupakan suatu set peralatan di laboratorium yang digunakan sebagai media pendidikan yang merupakan gabungan antara model kerja dan mock-up. Model kerja adalah merupakan tiruan dari suatu out put dari objek, sedangkan *mock up* adalah penyederhanaan suatu sistem yang ruwet.

Trainer yang ada pada mata kuliah Praktik Elektronika Daya di laboratorium Elektronika daya teknik Elektro program studi Elektronika PNUP sangat terbatas mengingat keterbatasan dana untuk pengadaan, untuk memenuhi kebutuhan praktikum karena hampir 100% *import*, disamping ada beberapa peralatan yang tidak dapat digunakan karena mengalami *trouble* atau kerusakan sehingga tidak semua unit praktikum di dalam *jobsheet* dapat dipraktikkan dengan tuntas. Sehingga dengan adanya penelitian diharapkan ada penambahan Trainer untuk melengkapi peralatan yang telah ada. Purnarupa Trainer Praktikum Pengontrolan Kecepatan Putaran Motor AC Berbasis *Pulse Width Modulation* (PWM) sebagai Pengembangan *Automatic Control Trainer* ini dapat dijadikan alternatif karena sistem ini memiliki kelebihan bila dibandingkan *Automatic control Trainer* yang ada. *Automatic control Trainer* yang ada selama ini tidak dilengkapi proses pembentukan sinyal hanya memanfaatkan pengisian dan pelepasan tegangan pada kapasitor yang menyulitkan mahasiswa dalam memahaminya. Selain itu, resistor variabel yang sangat beresiko terhadap hubung singkat jika terjadi kelebihan daya pada resistor, yang dapat membahayakan pada komponen dan pengguna. Pengembangan purnarupa ini memiliki kelebihan karena mahasiswa dapat melihat selangkah demi selangkah proses pembentukan sinyal PWM dimulai dari penentuan titik *zero crossing*, pembentukan sinyal gigi gergaji, pembentukan sinyal PWM, penentuan sudut picu Triac hingga pembentukan sinyal AC yang telah dikontrol dengan PWM. Sistem dapat digunakan untuk mengatur putaran motor AC dengan merubah lebar pulsa sehingga tegangan efektif pada rangkaian daya ikut berubah, dan alat ini sangat aman karena memisahkan antara sinyal pengontrol dengan sinyal yang dikontrol (rangkaian daya) dengan menggunakan komponen

¹ Korespondensi penulis: Zainal Abidin, Telp 082189400117 enal_syamsi@yahoo.com

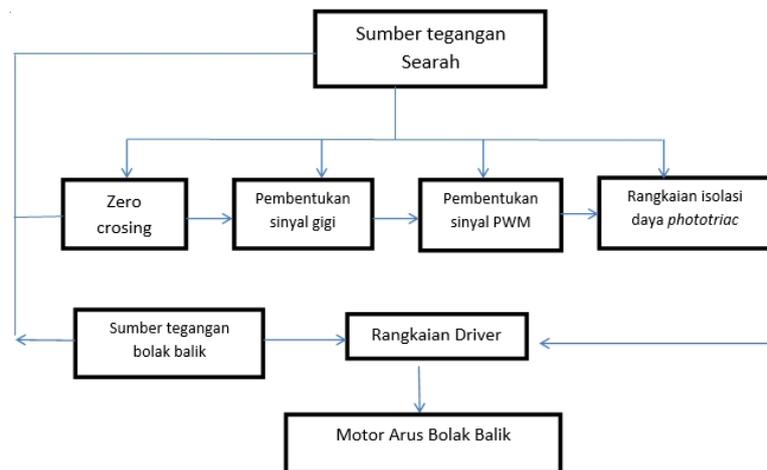
phototriac. Keberadaan Purnarupa ini ditujukan untuk menunjang pembelajaran mahasiswa dalam menerapkan pengetahuan atau konsep yang diperolehnya pada benda nyata

2. METODE PENELITIAN

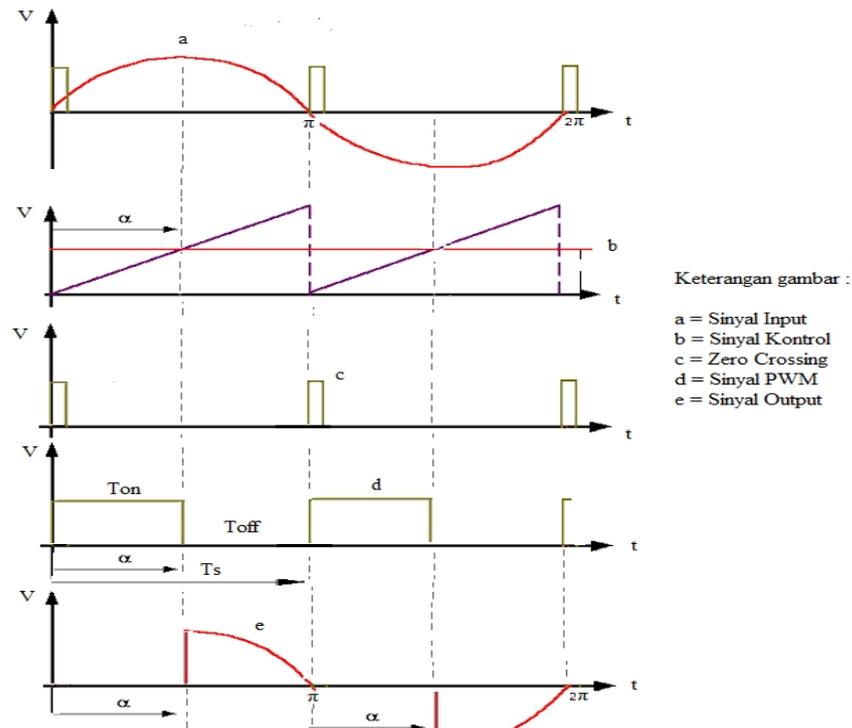
Penelitian ini dilakukan di lab Elektronika Daya pada program studi Elektronika jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang. Langkah pertama adalah melakukan studi pustaka sehubungan dengan alat yang akan dibuat, terutama mempelajari prinsip kerja *zero crossing detector*, pembentukan sinyal gigi gergaji, pembentukan sinyal PWM maupun perangkat kerasnya, demikian juga dengan komponen pendukungnya. Bahan dan komponen yang diperlukan diusahakan dapat diperoleh di pasaran lokal, jika tidak ditemukan dapat dipesan ke tempat lain. Perancangan dimulai dengan rancangan rangkaian kemudian diikuti berdasarkan validasi trainer yang mengacu pada test poin pada rangkaian, modul catu daya, rangkaian *zero crossing detector*, rangkaian pembentukan gigi gergaji, rangkaian pembentukan rangkaian pembentukan PWM, dan rangkaian *driver* daya. Trainer ini dilengkapi *jobsheet* sebagai panduan dan lembar kerja dalam penggunaan *trainer*.

Pembuatan *Jobsheet* terdiri dari tiga bagian:

- A. Perencanaan dan pengenalan prinsip kerja zero crossing detektor dan fungsi dalam rangkaian, rangkaian pembentukan gigi gergaji dan fungsinya dalam rangkaian, rangkaian pembentukan PWM dan fungsinya dalam rangkaian.
- B. Pengumpulan data dari setiap titik pengukuran untuk mengukur tegangan, bentuk pulsa, dan membandingkan pengaruh titik picu terhadap perubahan tegangan.hubungan anatra tegangan dengan putaran motor AC.
- C. Analisa untuk membandingkan antara teori dengan praktik. Pengukuran yang dilakukan dengan beberapa langkah seperti pada bagan 2.1. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur dititik sistem kontrol dan rangkaian penggerak. Sistem kontrol yang terdiri dari rangkaian zero crosing, rangkaian sinjal gigi gergaji, rangkaian control tegangan DC, dan rangkaian sinyal PWM. Sedangkan rangkaian Pengerak daya adalah rangkaian triak yang digunakan untuk mengatur putaran motor. Pada penelitian ini dilakukan dengan 8 kali titik pengukuran dengan tegangan output yang berubah-ubah dengan mengubah tegangan kontrol, dan melihat perubahan lebar sinyal pulsa PWM yang digunakan untuk mentrigger triac.



Bagan 2.1. Blok Diagram Trainer



Gambar 2.2 Pembentukan sinyal PWM



Gambar 2.3 Foto pengambilan data dan alat yang dibuat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengukuran ini digunakan tegangan maksimum gigi gergaji 1650 mV dan tegangan input maksimum 311,127 Volt. Hasil pengukuran didapatkan dengan merubah tegangan kontrol untuk mendapatkan tegangan output seperti pada tabel 1.

Perhitungan tegangan keluaran dilakukan dengan menggunakan persamaan 4:

$$V(\theta) = V_p \sin(\theta) \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^t V^2 s^2(\theta) d(\theta)} \dots\dots\dots (2)$$

$$s^2 \theta = \frac{1}{2} (1 - \cos 2\theta) \dots\dots\dots (3)$$

Untuk pergeseran besar pulsa sebesar α pada fungsi sinus dari persamaan (3) :

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V^2 s^2(\theta) d(\theta)}$$

$$V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\left((\pi-\alpha) + \frac{1}{2} \sin 2(\alpha) \right)} \dots\dots\dots (4)$$

Karena lebar pulsa maksimum 180 derajat adalah Ts detik maka dan lebar pulsa akan bergerak dari 0 detik sampai 0,01 detik sehingga dirumuskan

$$\alpha = \frac{T}{T} \frac{K}{Max G g} 180 d \dots\dots\dots (5)$$

$$1 \text{ rad} = \frac{1}{3,1} = 57,3^0 \dots\dots\dots (6)$$

Besaran dalam rad

$$\Theta = \frac{\alpha}{5,3} \dots\dots\dots (7)$$

3.1 Analisa

Hasil Pengukuran diketahui :

- Tegangan Vmax = 311.127 Volt
- Tegangan Maks Gigi Gergaji = 1650 mV
- Tegangan Kontrol = 1400 mV

Dengan menggunakan persamaan

Untuk mencari besar sudut triger triak digunakan persamaan.5 sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{T}{T} \frac{K}{M G g} 180 d = \frac{1}{1} = 152.72^0$$

$$\Theta = \frac{\alpha}{5,3} = \frac{1}{5,3} = 2.665$$

Untuk mencari besar tegangan Vrms out-put digunakan persamaan 4 sebagai berikut:

$$V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\left((\pi-\alpha) + \frac{1}{2} \sin 2(\alpha) \right)} = 32.26 \text{ Volt}$$

3.2 Analisa

Hasil Pengukuran diketahui :

- Tegangan Vmax = 311.127 Volt
- Tegangan Maks Gigi Gergaji = 1650 mV
- Tegangan Kontrol = 1300 mv

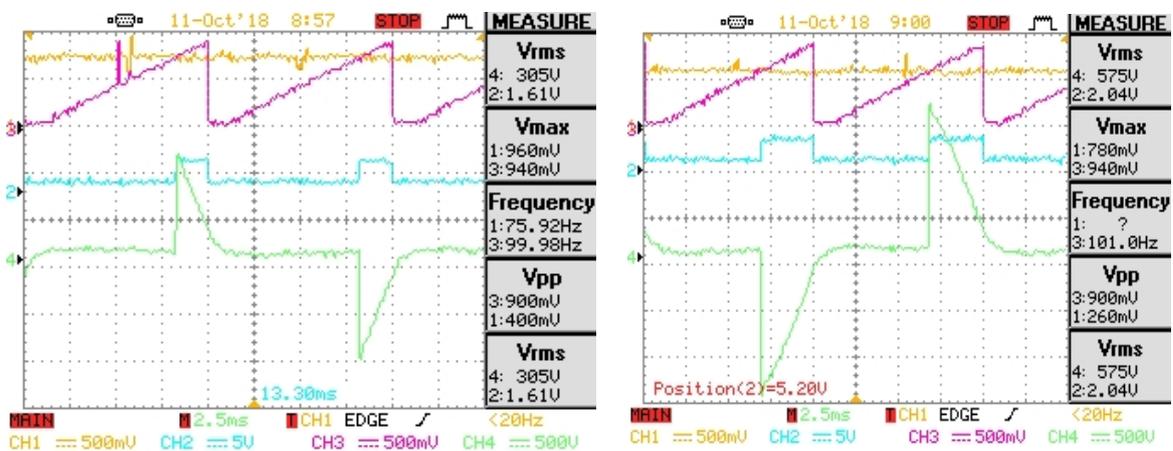
Dengan menggunakan persamaan yang sama

$$\alpha = \frac{T}{T} \frac{K}{M G g} 180 d = \frac{1}{1} = 141.8^0$$

$$\Theta = \frac{\alpha}{5,3} = \frac{1}{5,3} = 2.475$$

Untuk mencari besar tegangan Vrms out-put digunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\left((\pi-\alpha) + \frac{1}{2} \sin 2(\alpha) \right)} = 52.65 \text{ Volt}$$

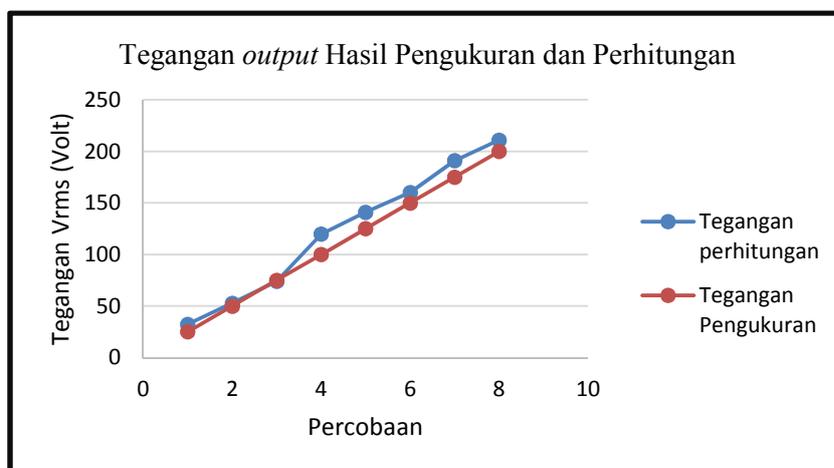


Gambar. 3.1 Bentuk pulsa out pada osiloskop untuk tegangan output 25 volt dan 50 volt

Untuk menentukan sudut triger triac yang digunakan pada perhitungan tegangan keluaran dapat dilakukan dengan membandingkan antara tegangan kontrol dengan tegangan maksimum gigi gergaji dikalikan dengan 180 derajat, karena waktu priodik sama dengan waktu priodik zero crossing. Pembentukan sinyal *zero crossing* diambil dari setengah waktu periodik sinyal input, dalam penelitian ini digunakan frekwensi sinyal input 50 Hz dengan tegangan input 220 volt. Dalam pembentukan sudut triger triac diambil dari titik pertemuan antara sinyal kontrol dengan sinyal gigi gergaji. Titik pertemuan sinyal kontrol dengan sinyal gigi gergaji membentuk lebar sinyal Ton pada sinyal PWM. Sinyal Ton pada PWM digunakan untuk mentrigger triac, dengan mengubah-ubah tegangan kontrol maka lebar Ton pada sinyal PWM dapat berubah. Dari gambar 3.1 memperlihatkan pembentukan sinyal gigi gergaji, sinyal PWM dan sinyal output tegangan AC. Dimana pada tegangan kontrol 1400 mV dan tegangan sinyal gigi gergaji maksimum 1650 mV maka didapatkan tegangan pengukuran 25 Volt AC dan hasil perperhitungan 32,26 volt AC. Dengan cara yang sama untuk mendapatkan tegangan pengukuran yang bervariasi cukup dengan mengubah tegangan kontrol DC. Dengan mengubah-ubah tegangan kontrol 1200 mV, 1000 mV, 900mV, 800, mV, 600 mV, dan 400 mV dan tegangan maksimum gigi gergaji yang tetap 1650 mV maka akan diperoleh tegangan output 25 Volt, 50 Volt, 75 Volt, 100 Volt, 125 Volt, 150 Volt, 175 Volt, dan 200 Volt. Dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel. 1 Dari hasil pengukuran untuk tegangan yang bervariasi dapat dilihat pada tabel.1 Namun pada teori dan hasil pengukuran masih didapat perbedaan yang cukup besar ini disebabkan oleh tegangan yang tidak stabil pada saat pengambilan data, dan bisa juga disebabkan pada saat pengambilan data pengamatan kurang sempurna. Secara grafik dapat dilihat hasil pengukuran dan hasil perhitungan pada gambar grafik 1.

No.	Tegangan Output Hasil Peritungan(Volt)	Tegangan Maks kontrol (mV)	Hasil Pengukuran (Volt)
1	32,26	1400	25
2	52,65	1300	50
3	74	1200	75
4	119,8	1000	100
5	141	900	125
6	160	800	150
7	191	600	175
8	211	400	200

Tabel.1 Hasil Pengukuran dan perhitungan.



Grafik 1. Perbandingan hasil perhitungan dan percobaan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil didapatkan adanya perbedaan hasil pengujian dan hasil perhitungan pada alat yang dibuat yang disebabkan oleh tegangan sistem tidak stabil, dan pengamatan yang kurang sempurna, namun secara prinsip proses pembentukan sinyal *zero crossing*, gigi gergaji, PWM, dan sinyal output tercapai dengan sempurna.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Greshock, K. 1993. *Industrial Control Electronics*. Prentice-Hall, Inc.
- Hartono, Fandy dan Tri Arief Sardjono. 2013. *Pengaturan Kecepatan dan Posisi Motor Ac 3 Fasa Menggunakan DT AVR Low Cost Micro System*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- John dan Kevin Greshock. 1993. *Industrial Control Electronics*. Northcentral Technica College.
- Maulana, Eka. 2012. *Pengukuran PWM (Pulse Width Modulation) dengan PLC*. Malang: Universitas Brawijaya
- Sugandhi, RK dan KK Sughandi. 1983. *Thyristors Theory and Application*. Bahara Heavy Electricals Ltd New Delhi, Government College of Engineering and Teknologi Raipur.
- Wahyu, Maris. 2014. *Sistem Kendali Kipas Angin Mendeteksi Posisi Keberadaan Manusia dengan PIR (Passive Infrared Sensor)*. Jember: Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Jember.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada bapak Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, Bapak ketua UPPM, dan seluruh yang membantu penyelesaian penelitian ini.