

PENERAPAN REGULATOR SEBAGAI PENGATURAN TEGANGAN BERBASIS *INTERNALLY TRIGGERED TRIAC*

Abdul Muis Prasetya¹, Nur Liya²

^{1,2}Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹prasetia.electric@borneo.ac.id

Abstract—*The development of science and technology has changed human civilization a lot. One of these technologies is control technology. Direct voltage source control is simple enough to be implemented by simply setting the voltage using a variable resistor. In contrast to the implementation in circuits with alternating current sources, a dimmer circuit is needed to control the voltage.*

Dimmer is an electronic circuit that modifies the form of a pure AC (Alternative Current) signal into a modulated signal so that the output voltage can be adjusted. The more complex dimmer uses PWM (Pulse Width Modulation) as its controller. This PWM dimmer is able to produce a small power level, so that control becomes more precise. In this study, it was found that the application of a regulator as a voltage regulation based on internally triggered TRIAC with the application of the dimmer method. The results showed that the internally triggered TRIAC was able to control AC voltage well.

Keywords— *Regulation, TRIAC, PWM, Dimmer*

Intisari—Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak mengubah peradaban manusia. Salah satu dari teknologi tersebut adalah teknologi kendali. Kendali sumber tegangan searah cukup sederhana untuk diimplementasikan hanya dengan melakukan pengaturan tegangan menggunakan variabel resistor. Berbeda dengan implementasi pada rangkaian dengan sumber arus bolak-balik diperlukan sebuah rangkaian dimmer untuk mengendalikan tegangannya.

Dimmer merupakan rangkaian elektronika yang memodifikasi bentuk sinyal AC (Alternative Current) murni menjadi sinyal termodulasi sehingga tegangan keluaran dapat diatur. Dimmer yang lebih kompleks menggunakan PWM (Pulse Width Modulation) sebagai pengendalinya. Dimmer PWM ini mampu menghasilkan tingkatan daya yang kecil, sehingga pengendalian menjadi lebih presisi. Pada penelitian ini didapatkan penerapan regulator sebagai pengaturan tegangan berbasis *internally triggered TRIAC* dengan penerapan metode dimmer. Hasil penelitian menunjukkan *internally triggered TRIAC* mampu mengendalikan tegangan AC dengan baik.

Kata Kunci— *Regulator, TRIAC, PWM, Dimmer.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak mengubah peradaban manusia. Salah satu dari teknologi tersebut adalah teknologi kontrol. Perkembangan teknologi kontrol saat ini mulai bergeser kearah otomatisasi yang menuntut penggunaan komputer. Sistem peralatan yang dikendalikan oleh komputer akan memberikan efisiensi, keamanan, dan ketelitian yang

lebih jika dibandingkan dengan pengerjaan secara manual oleh manusia.

Pengaturan sumber tegangan searah cukup sederhana untuk diimplementasikan hanya dengan pengaturan tegangan menggunakan variabel resistor. Berbeda dengan implementasi pada rangkaian dengan sumber arus bolak-balik diperlukan sebuah rangkaian dimmer untuk pengaturan sebuah sistem.

Perkembangan sistem elektronika semakin maju, sebagian besar alat tersebut sudah terjamah sistem komputerisasi dan komunikasi internet, seperti TV, VCD, *air conditioner*. Tetapi ada juga perangkat elektronik yang masih manual contohnya lampu (alat penerangan). Untuk menerangi sejumlah ruangan dan halaman rumah sudah barang tentu kita membutuhkan energi yang efektif dan efisien

Konservasi energi merupakan upaya mengefisienkan penggunaan akan energi listrik untuk suatu kebutuhan. Konservasi energi dilakukan untuk penggunaan energi yang lebih sedikit tanpa mengurangi manfaat yang diperoleh dan mengurangi konsumsi energi yang berlebihan. Keadaan tersebut dapat teratasi dengan cara melakukan konservasi energi untuk mengurangi konsumsi energi yang berlebihan dengan cara yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya ialah menggunakan dimmer elektronik. Dimmer merupakan rangkaian elektronika yang memodifikasi bentuk sinyal AC murni menjadi sinyal termodulasi sehingga tegangan keluaran dapat diatur. Dimmer yang lebih kompleks menggunakan PWM sebagai pengendalinya. Dimmer PWM ini mampu menghasilkan tingkatan daya yang kecil, sehingga pengendalian menjadi lebih presisi.

Pada sebuah gedung, pencahayaan memberi kontribusi sebesar 20-60% dari total konsumsi pemakaian daya listrik. pengendalian pencahayaan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan energi cahaya dan waktu operasi sebuah lampu, bahkan pada bangunan nonoffice penerapan pengendalian pencahayaan dapat menghemat energy mencapai 37%. Paper ini akan memaparkan rangkaian dimmer untuk pengaturan iluminasi lampu pijar dengan menggunakan *Internally triggered TRIAC*.

II. LANDASAN TEORI

Pada penelitian akan membahas tentang konversi energi, tegangan AC, *Pulse Width Modulation* dan *Internally triggered TRIAC*

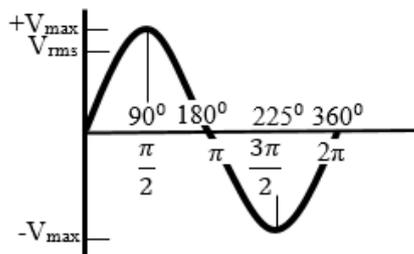
A. Konservasi energi

Konservasi itu sendiri merupakan berasal dari kata *conservation* yang terdiri atas kata *con (together)* dan *servare (keep/save)* yang memiliki pengertian mengenai upaya memelihara apa yang kita punya, namun secara bijaksana. Ide ini di kemukakan oleh Theodore Roosevelt (1902) yang merupakan orang Amerika pertama yang mengemukakan tentang konsep konservasi. Konservasi dalam pengertian sekarang sering diterjemahkan sebagai pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana.

Konservasi energi adalah tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi. Konservasi energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Tujuan utama dari konservasi energi adalah untuk menghemat uang serta mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar dominan yang kita gunakan sampai saat ini. Konservasi energi juga dapat membantu lingkungan. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil berarti juga mengurangi emisi CO₂ yang dianggap oleh banyak peneliti sebagai salah satu penyebab utama meningkatnya dampak perubahan iklim

B. Tegangan AC

Tegangan AC satu fasa apabila dilihat dalam sebuah osiloskop berdasarkan grafik pada kawasan waktu (t) terhadap tegangan (V) dapat diilustrasikan seperti pada gambar.



Gambar 1. Bentuk Gelombang Tegangan AC Ideal

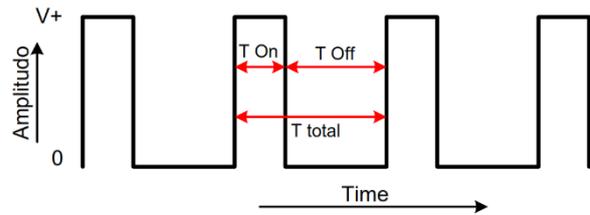
Vrms merupakan *Voltage Root Mean Square*, dengan secara sederhana dapat diartikan sebagai tegangan rata-rata berdasarkan kawasan waktu (t) yang menghasilkan daya ekuivalen dengan tegangan DC pada level tersebut. Dalam penggunaan secara umum, tegangan AC di Indonesia bernilai 220 V. Nilai 220 V tersebut merupakan nilai tegangan Vrms. Artinya daya yang dihasilkan dari tegangan tersebut sebanding dengan daya yang dihasilkan dari tegangan 220 VDC. Berdasarkan teori tersebut maka daya pada beban dapat diatur dengan pengaturan Vrms pada tegangan AC, yaitu dengan pengaturan fasa saat penyalan gelombang sinusoida.

C. Pulse Width Modulation

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. PWM dapat diaplikasikan untuk mengatur daya atau tegangan untuk menyalakan lampu. Pada metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri.

Misalkan PWM digital 8 bit berarti PWM tersebut memiliki resolusi $2^8 = 256$, maksudnya nilai keluaran PWM ini memiliki 256 variasi, variasinya mulai dari 0 – 255 yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%).



Gambar 2. Sinyal PWM

D. DIAC dan TRIAC

DIAC dan TRIAC merupakan piranti *thyristor bidirectional* yang memungkinkan untuk diimplementasikan pada rangkaian arus bolak-balik. Karakteristik dari DIAC memiliki arus penahan dalam salah satu dari dua arah yang mungkin dari terminalnya. DIAC tidak akan menghantarkan arus sebelum batas tegangan breakdown terlampaui oleh tegangan pada terminal-terminalnya. Prinsip dari DIAC dapat diilustrasikan dengan dua buah dioda yang terpasang secara paralel dan berlawanan arah seperti pada Gambar 2 (a), dimana arus dapat dialirkan secara bolak-balik setiap melewati batas tegangan *breakdown*.

Sedangkan TRIAC merupakan tipe SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) yang bekerja secara *bidirectional*. Berbeda dengan DIAC yang dapat digunakan sebagai konduktor dilakukan dengan menaikkan tegangan terminal hingga di atas tegangan breakdown, pada TRIAC terdapat sebuah terminal Gate (G) yang digunakan untuk pemicu (trigger) prategangan maju.

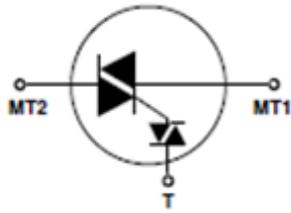
E. Zero Crossing Detector

Zero Crossing Detector adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220 Volt saat melewati titik nol. Seberangan titik nol yang dideteksi adalah peralihan dari positif menuju negatif dan peralihan negatif menuju positif. Rangkaian zero crossing berfungsi untuk mengkonversi sinyal sinusoida arus dan tegangan menjadi sinyal step.

F. Internally triggered TRIAC

Internally triggered TRIAC merupakan komponen elektronika terintegrasi yang terdiri dari DIAC dan TRIAC. Simbol rangkaian untuk Internally triggered TRIAC ditunjukkan seperti pada Gambar 4, dimana di dalam sebuah TRIAC pemicu tegangan maju pada terminal T, dilewatkan terlebih dahulu melalui DIAC. Sehingga tegangan AC yang terhubung di MT1 dan MT2 dapat kita atur dengan *duty cycle* dari PWM yang sudah dibangkitkan. Apabila tegangan di titik T, kita berikan

tegangan AC dengan frekuensi yang sama dengan tegangan AC yang melintasi MT1 dan MT2, TRIAC akan merespon *duty cycle* sesuai dengan breakdown voltage yang dilakukan pemicu pada DIAC



Gambar 3. *Internally triggered TRIAC*

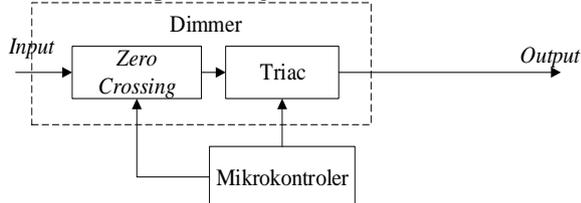
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki beberapa proses, yakni mulai dari konsep perancangan, analisis kebutuhan bahan, identifikasi alat dan bahan, pembuatan, serta pengujian.

A. Perancangan

Tahapan awal yang sangat penting dalam pembuatan suatu alat adalah konsep perancangan. Suatu alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya apabila telah di rancang dengan matang sebelum proses pembuatan. Perancangan suatu alat dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya saja dengan menggambarkan diagram blok, sketsa rangkaian, maupun spesifikasi alat yang akan dibuat.

Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler tipe Arduino Uno. Mikrokontroler berfungsi mengolah data untuk menjalankan dimmer. Rangkaian dimmer merupakan serangkaian modul yang berfungsi pada sistem untuk menurunkan nilai dari tegangan sesuai dengan inputan yang diberikan sebagai komponen utama. Gambar 4 merupakan diagram blok sistem.



Gambar 4. Diagram blok sistem

Sistem diatas merupakan gambaran umum dari perancangan alat dimana komponen utama dari sistem merupakan dimmer yang terdiri dari *Zero Crossing Detector* dan Triac.

B. Analisis Kebutuhan

Pembuatan pengatur tegangan berbasis *Internally triggered TRIAC* membutuhkan peralatan serta bahan sebagai berikut : (1) Catu daya sebagai suplai tegangan agar rangkaian dapat bekerja, (2) *Zero Crossing Detector*, (3) Mikrokontroler sebagai pengenali rangkaian, (4) Bahasa pemrograman untuk menjalankan mikrokontroler dan (6) tempat alat atau casing.

C. Pembuatan Sistem

Pembuatan sistem meliputi pembuatan hardware dan software. Pembuatan hardware ini dimulai dengan perancangan desain PCB, kemudian melarutkan PCB hingga memasang komponen pada PCB. Pembuatan

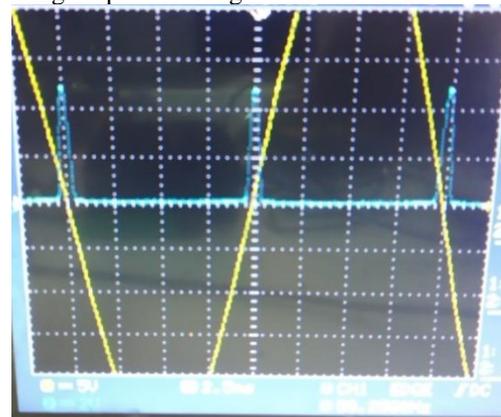
software, untuk menjalankan sebuah mikrokontroler dengan baik dibutuhkan sebuah program, program tersebut membutuhkan sebuah software pendukung untuk membuat Bahasa pemrogramannya ataupun pengunduhan Bahasa program tersebut.

D. Pengujian

Pengujian Alat merupakan proses untuk mengetahui suatu alat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan meliputi : (1) uji fungsional, pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap komponen apakah bekerja dengan baik atau tidak berdasarkan karakteristik dan fungsi dari masing-masing komponen. Hal ini bertujuan agar alat berfungsi dengan baik dan tidak memiliki permasalahan. (2) uji unjuk kerja, uji unjuk kerja alat dilakukan dengan cara mengamati cara kerja alat, yang perlu diamati adalah: *Zero Crossing Detector* dan dimmer.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

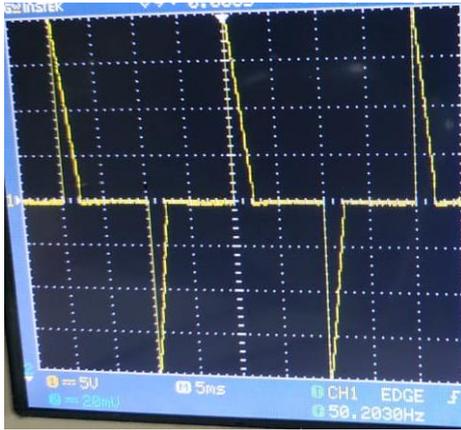
Hasil pengujian dan pengukuran dilakukan dengan menggunakan beberapa alat ukur. Pertama, Hasil pengujian dan pengukuran dilakukan pada keluaran *Zero Crossing Detector* menggunakan osciloscop. Pengujian ini untuk memastikan *Zero Crossing Detector* pada rangkaian bekerja dengan baik dengan menampilkan gelombang output dari rangkaian.



Gambar 5. Gelombang *Zero Crossing Detector* dan sinusoidal 220 Volt

Pada gambar diatas zero crossing ditunjukkan pada gelombang berwarna biru dan berwarna kuning merupakan tegangan AC. Zero crossing mencari persilangan nol dengan tegangan 5 VDC, frekuensi 50 Hz. *Zero Crossing Detector* mendeteksi persilangan nol setiap setengah gelombang.

Pengujian Dimmer dengan mengubah-ubah nilai PWM dan mengukur outputnya dengan osiloskop. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah output dari dimmer sudah bekerja dengan baik dengan menghitung nilai frekuensi dan tegangan dimmer dari gelombang output osiloskop. Adapun hasil pengujian sebagai berikut.

Gambar 6. Output dimmer *duty cycle* 45%

Tabel 4. 3. Hasil Keluaran PWM

<i>Duty cycle</i> (%)	Tegangan <i>Output</i> (V)
99	219
95	218
90	218
85	217
80	214
75	210
70	203
65	192
60	182
55	170
50	156
45	142
40	125
35	106
30	88
25	69
20	46
15	35
10	21
5	10

Pada pengujian, dimmer dapat menurunkan tegangan sesuai dengan nilai *duty cycle* yang diberikan. Dimmer memotong gelombang sinusoidal tetapi tidak merubah nilai frekuensi yang ada sehingga dimmer dapat digunakan pada sistem.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan uji coba dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa rangkaian dimmer berbasis *Internally triggered TRIAC* yang dilakukan pada penelitian ini memiliki respon yang signifikan terhadap perubahan tegangan AC, yang dilakukan dengan pengaturan *duty cycle*.

Pemakaian peralatan semikonduktor untuk mengatur tegangan AC memberikan beberapa keuntungan khususnya peralatan semikonduktor thyristor dua arah (TRIAC) karena penggunaan komponen-komponen tambahan yang sedikit, juga didapatkan suatu pengaturan yang halus dan kerugian daya yang kecil

REFERENSI

- [1] Alimin Nurdin, A. A. (2018). Peranan Automatic Voltage Regulator Sebagai Pengendali Tegangan Generator Sinkron. *Jurnal Ampere*, 164-173.
- [2] Azhar, Kamal, M., & Subhan. (2017). Penerapan Automatic Voltage Regulator pada. *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro* (pp. 1-7). Aceh: Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [3] Darmana, I. (2015). Perbaikan Jatuh Tegangan Dengan Pemasangan Automatic Voltage Regulator. *Jurnal IPTEKS Terapan*, 242-151.
- [4] Habibnur, Y., Warsito, A., & Setiawan, I. (2018). Perancangan Automatic Voltage Regulator (Avr) Berbasis Pengaturan Tegangan Catu Daya Arus Searah Inverter 1 Fase Sinusoidal *Pulse Width Modulation* (SPWM) Sinewave. *TRANSIENT*, 334-340.
- [5] Pamungkas, T. D., Haddin, M., & Rijanto3, E. (2017). Modifikasi Topologi Pengendali PID untuk Automatic. *JNTETI*, 380-385.
- [6] Ramadhani, A. (2014). Desain Model Sistem Eksitasi Type 1 Pada Generator Sinkron Menggunakan Kontrol Fuzzy Logic. *Jurnal intake*, 10-18.
- [7] Sandi, B. D., Hakim, L., & Gusmedi, H. (2016). Studi Pemasangan Step Voltage Regulator dengan Model Injeksi Daya pada Jaringan Menengah 20 KV Penyulang Katu Gardu Induk Menggala. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 129-139.