

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL LAMPU DENGAN PENGATURAN TEMA TATA CAHAYA BERBASIS ARDUINO

Antonius Dhani Swastiko Aditya, Hanny Hosiana Tumbelaka, Handry Khoswanto  
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra  
Jl.Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

E-Mail: dhaniswastiko@yahoo.co.id; tumbuh@petra.ac.id ; handry@petra.ac.id

**Abstrak**— Perkembangan desain tata lampu dalam desain interior yang beragam dan pesat membutuhkan dukungan perangkat elektronika yang memadai. Penggunaan cara lama dalam pengontrolan lampu sudah mulai ditinggalkan, dan berganti ke cara yang lebih modern.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi di dalam dunia desain interior, agar dapat mengontrol intensitas cahaya dan suasana ruang dengan lebih mudah dan cepat serta fleksibel.

Metode yang digunakan adalah phase cutting, charlieplexing, rangkaian pembagi tegangan, arduino, dan disimpan EEPROM. Fungsi utama dari mengontrol intensitas cahaya per grup lampu, serta menyimpan dan memanggil skenario.

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan deteksi zero-crossing yang sesuai, rangkaian dimmer dengan persamaan  $y = 57,09 + 1,75x$ , rangkaian tombol dengan prinsip rangkaian pembagi tegangan, dan penyimpanan yang tepat pada EEPROM.

**Kata Kunci**— Dimmer, phase control, arduino

## I. PENDAHULUAN

Desain interior dewasa ini menjadi suatu hal yang penting dalam perencanaan bangunan, khususnya rumah. Salah satu elemen dasar interior adalah cahaya. Cahaya dapat diatur dengan berbagai tema yang dirancang agar ruangan terkondisi sesuai yang diharapkan (Wicaksono & Tisnawati, 2014, p. 113).

Salah satu faktor tata cahaya adalah intensitas cahaya (Wicaksono & Tisnawati, 2014, p. 111), yang dapat dikontrol dengan komponen elektronika berupa dimmer dan sakelar. Namun penggunaan dimmer saat ini lebih banyak didominasi oleh dimmer putar yang hanya dapat dikontrol secara analog dan manual. Cara ini akan merepotkan pengguna apabila grup lampu yang ada cukup banyak.

Terdapat penelitian mengenai dimmer elektronik. Sebuah artikel yang berjudul “Remote AC Power Control by Using Microcontroller” adalah salah satu artikel jurnal yang membahas tentang hal tersebut. Penulis artikel ini berhasil membuat dimmer yang dapat dikontrol dengan mikrokontroler (Tat & Haur).

Sistem kontrol lampu sudah banyak dikembangkan dan sebagian sudah diperjualbelikan oleh perusahaan asing, salah satunya Lutron GRX 3000. Salah satu fiturnya adalah dimming dan pengaturan tema tata cahaya (Lutron Electronics Co., Inc., 2002). Namun produk tersebut memiliki harga yang kurang terjangkau dan tidak dapat

dikembangkan lebih lanjut untuk penggunaan teknologi wireless.

Dengan adanya kondisi ini, maka perlu dilakukan pengembangan terhadap sistem kontrol tata lampu dengan komponen yang harganya lebih terjangkau dan efisien.

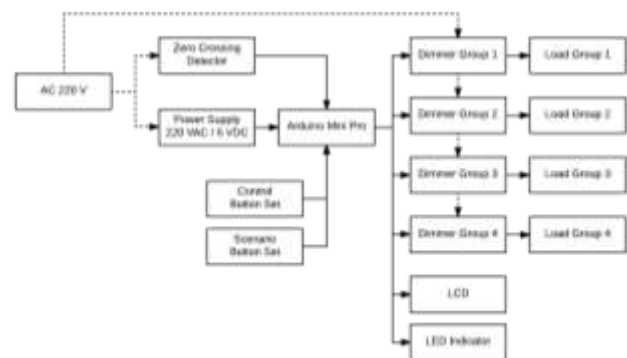
Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk membuat sistem kontrol adalah arduino. Arduino mudah diprogram, memiliki banyak port input-output, memiliki harga yang ekonomis, dan mudah dioperasikan.

Sementara ini, ada pembuatan kontrol lampu dengan memanfaatkan arduino oleh Youngky A. Kurniawan (Kurniawan, 2015). Namun sistem kontrol karya Youngky memiliki keterbatasan karena menggunakan sistem kelistrikan DC, yang tidak bisa langsung diimplementasikan pada instalasi rumah yang menggunakan sistem kelistrikan AC. Sistem yang dibuat Youngky juga hanya bisa mengontrol 2 (dua) rangkaian lampu.

Dengan adanya kondisi ini, maka perlu dilakukan pengembangan terhadap sistem kontrol yang masih memiliki kekurangan tersebut.

## II. PERENCANAAN DAN DESAIN

Sistem terdiri dari komponen-komponen seperti pada gambar berikut;



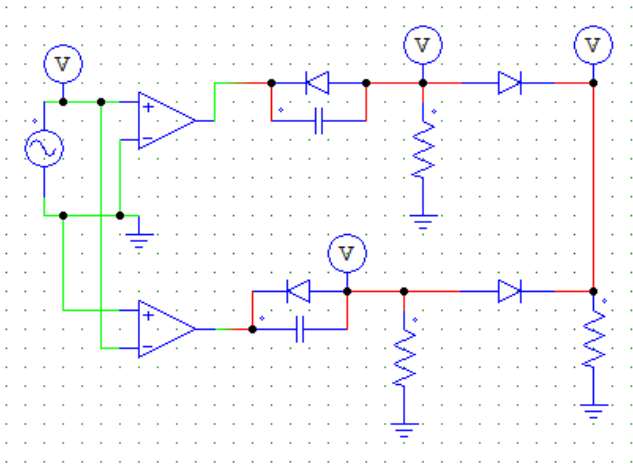
Gambar 1. Blok diagram keseluruhan sistem

### A. Zero-crossing detector

Rangkaian zero crossing detector untuk sistem ini didesain untuk memberikan input berupa pulsa ke arduino ketika gelombang AC melewati titik nol untuk menyinkronkan gelombang yang akan dikeluarkan dari dimmer.

Input yang dibutuhkan hanya satu kali setiap gelombang, dan pada sistem ini arduino akan membaca zero crossing sebagai input pada kondisi RISING. Maka dibuat rangkaian

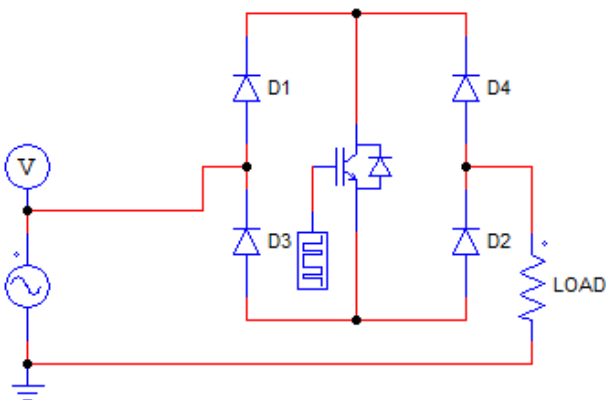
sesuai pada Gambar 3.6 dengan memanfaatkan IC komparator LM311.



Gambar 2, Rangkaian zero-crossing detector

Arduino membaca zero crossing dengan mendeteksi input pada pin interrupt (D2), dan melakukan interrupt setiap kali zero crossing dideteksi. Saat terjadi interrupt karena zero crossing ini, arduino memberikan pulsa PWM untuk mengatur phase cutting pada rangkaian dimmer.

#### B. Rangkaian Dimmer



Gambar 3. Rangkaian dimmer

Rangkaian *dimmer* didesain menggunakan dioda bridge (D1, D2, D3, D4) dan transistor.

Untuk menunjang rangkaian tersebut, dibuat kode program untuk menghasilkan sudut fasa tertentu. Sudut fasa diatur dengan menentukan waktu penyalan ( $t_{on}$ ) dan waktu mematikan ( $t_{off}$ ) yang keduanya harus berjumlah 1 periode gelombang. Untuk frekuensi listrik 50 Hz seperti di Indonesia, total  $t_{on}$  dan  $t_{off}$  harus bernilai 20 ms.

Penyalan transistor diatur dengan pulsa dari arduino yang disinkronisasikan dengan *zero crossing detector*.

Nilai  $t_{on}$  dikontrol oleh variabel *dimtime*. Variabel *dimtime* bergantung pada variabel *value* yang berisi nilai yang dimasukkan oleh pengguna dengan *range* 0 - 100. Semakin besar nilai *value*, nilai intensitas cahaya semakin terang, dan  $t_{on}$  semakin lebar. Artinya delay penyalan harus semakin kecil. Siklus harus berlangsung selama 20 ms, maka total  $t_{on}$  dibuat 10 ms. *Propogation delay* dibuat 10  $\mu$ s, sehingga total waktu yang menjadi variabel adalah 9,990

ms. Maka perhitungan untuk variabel *dimtime* dilakukan sebagai berikut;

$$value = 0\% \rightarrow dimtime = 9.990 \mu s$$

$$value = 100\% \rightarrow dimtime = 0 \mu s$$

Kemudian dihitung dengan menggunakan regresi linier sebagai berikut;

$$y = a + bx$$

$$dimtime = a + b(value)$$

$$9.990 \text{ ms} = a + b(0)$$

$$a = 9.990$$

$$0 \text{ ms} = 9.990 + b(100)$$

$$-9.990 = b(100)$$

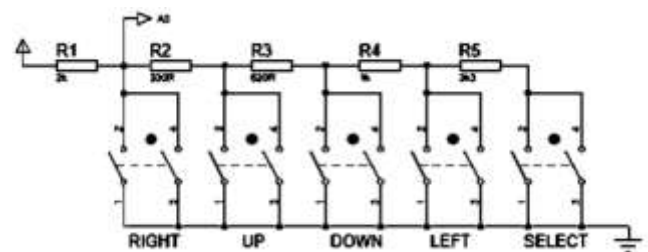
$$b = -99,9$$

$$dimtime = 9,990 - 99,9(value)$$

$$dimtime = 99,9 \times (100 - value)$$

Ketika kode dijalankan, program akan melakukan *delay* dengan jangka waktu sesuai yang diatur.

#### C. Rangkaian Tombol



Gambar 4. Rangkaian Tombol

Rangkaian *keypad* yang digunakan pada sistem ini memanfaatkan prinsip rangkaian pembagi tegangan. Perhitungan tegangan untuk *keypad* seperti pada persamaan berikut;

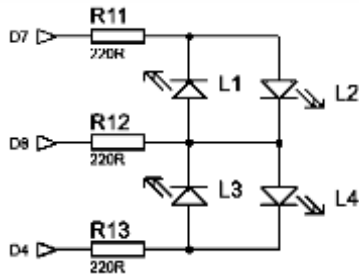
$$V_{out} = \frac{R_{eq}}{R_1 + R_{eq}} \times 5 \text{ V}$$

Rangkaian ini memiliki 5 tombol (*RIGHT*, *UP*, *DOWN*, *LEFT*, dan *SELECT*) yang dihubungkan dengan nilai resistansi yang berbeda dan dialiri tegangan 5V. Jika tombol tidak ditekan, arus listrik hanya melewati R1 (2 k $\Omega$ ) menuju *output*.

Ketika salah satu tombol ditekan, rangkaian terhubung dengan *ground* melewati resistor ekuivalen, sehingga tegangan *output* berubah. Oleh arduino, tegangan output dikonversi dalam satuan unit, dimana satu unit pembacaan bernilai 0,0049 V atau 4,9 mV (Arduino, 2017).

#### D. Rangkaian Indikator

Indikator LED didesain dengan metode Charlieplexing. Metode ini memungkinkan untuk digunakan karena hanya satu LED yang perlu dinyalakan dalam keseluruhan rangkaian indikator.



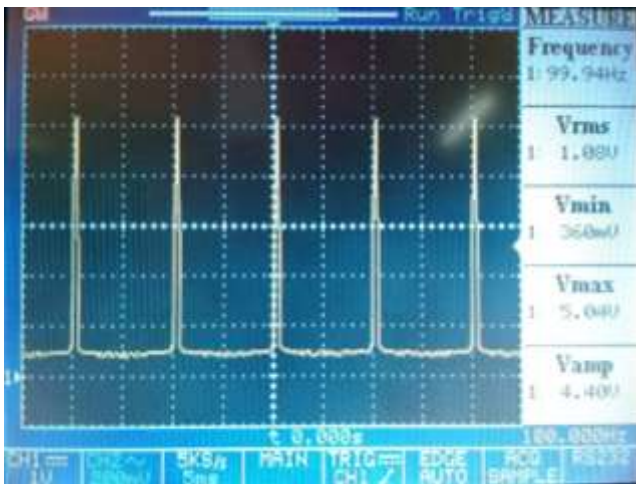
Gambar 5. Rangkaian indikator

Rangkaian LED dikontrol dengan memberikan *state* dan *output* berbeda-beda pada tiap pin rangkaian indikator.

### III. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA

#### A. Pengujian Rangkaian Zero Crossing Detector

Rangkaian Zero Crossing Detector diuji menggunakan oscilloscope dengan time delay senilai 5 ms.



Gambar 6. Hasil pengujian zero crossing detector

Rangkaian zero crossing detector memberikan pulsa high (5V) pada pin D2/Interrupt arduino ketika gelombang listrik melewati titik nol. Sinyal zero crossing ini yang akan menjadi acuan arduino untuk melakukan trigger pada TRIAC.

#### B. Pengujian Rangkaian Tombol

Rangkaian tombol diuji menggunakan voltmeter DC dari multimeter dengan range 10V.

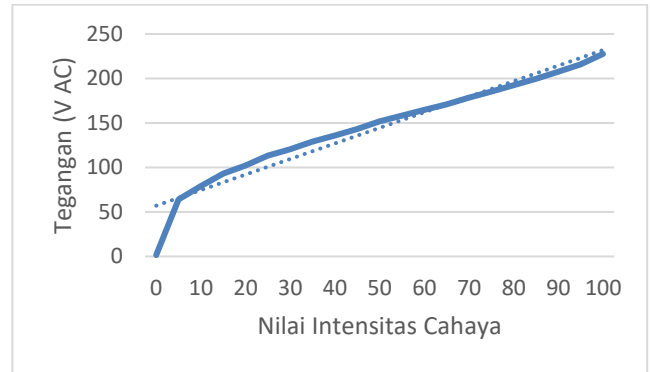
Tabel 1. Hasil Pengujian Tombol

Tombol Ditekan	Tegangan Output
Tidak ada	5
RIGHT	0
UP	0.708154506
DOWN	1.610169492
LEFT	2.46835443
SELECT	3.620689655

Hasil pengujian tombol mendekati perencanaan, dan perbedaannya dapat ditoleransi sehingga memberikan input yang benar untuk arduino.

#### C. Pengujian Rangkaian Dimmer

Rangkaian dimmer diuji dengan oscilloscope. Karena ketidakterdediaan probe yang sesuai, gelombang output diturunkan menggunakan trafo dengan perbandingan 220 V : 6 V.



Gambar 7. Hasil pengujian tegangan output

Dengan regresi linier, hasil pengujian tegangan rangkaian dimmer disimpulkan dalam persamaan berikut;

$$V_{ac} = 57,09 + 1,75 \times value$$

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Gelombang Trigger dan Output

value	Hasil Gelombang Trigger	Hasil Gelombang Output
0		
25		
50		
75		
100		

Pergerakan gelombang trigger dan output dimmer berubah sesuai hasil pengaturan. Ketika nilai diatur pada angka 0, output dari arduino tidak memberikan pulsa pada rangkaian dimmer, sehingga output yang dihasilkan bernilai nol.

Ketika nilai intensitas cahaya dinaikkan, arduino memberi pulsa dengan sudut fasa yang kecil, dan berangsur membesar ketika nilai ditambahkan. Gelombang output mengalami pemotongan fasa sesuai dengan trigger dari arduino.

#### D. Pengujian Indikator LED

Pengujian rangkaian indikator LED dilakukan secara visual dengan menekan tombol skenario dan membandingkan dengan desain awal.

Tabel 3. Hasil Pengujian Rangkaian LED

Fungsi	D7	D8	D4	Output
loff	L	L	L	-
11	L	H	Z	L1
12	H	L	Z	L2
13	L	H	Z	L3
14	H	L	Z	L4

Melalui tabel di atas, dapat dilihat bahwa penggunaan *Charlieplexing* untuk indikator memberikan output yang tepat sesuai perencanaan.

#### E. Pengujian Struktur Data EEPROM

Pengujian struktur data EEPROM dilakukan dengan *debugging* melalui *Serial Monitor* arduino dengan *input* tombol skenario pada rangkaian.

Tabel 4. Tabel Hasil Pengujian Struktur Data EEPROM

Tombol Skenario	Nilai Variabel m	Lokasi Memory
1	1	5,6,7,8
2	2	9,10,11,12
3	3	13,14,15,16
4	4	17,18,19,20

Lokasi penyimpanan EEPROM sudah tepat sesuai direncanakan. Dapat disimpulkan bahwa skenario disimpan ke dan dipanggil dari alamat yang tepat.

### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembuatan sistem kontrol lampu berbasis arduino dengan pengaturan tema tata cahaya dilakukan dengan membuat rangkaian dimmer yang dapat dikontrol oleh arduino dan membuat rangkaian-rangkaian pendukungnya seperti display LCD, tombol, dan indikator, serta membuat program yang dapat mengakomodasi penggunaan rangkaian-rangkaian tersebut dan memungkinkan penyimpanan pada EEPROM arduino.
2. Dimmer AC dirancang dan dibuat dengan persamaan  $y = 57,09 + 1,75x$ , dikendalikan dengan pulsa output dari arduino sesuai dengan pengaturan nilai intensitas cahaya yang di-trigger pada saat terjadi zero-crossing setiap setengah gelombang listrik senilai 10 ms.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2017, April 12). *Arduino Reference - Arduino*. Diambil kembali dari Arduino: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogread/>
- Kurniawan, Y. A. (2015). Perancangan dan implementasi sistem home automation pada ruang rapat laboratorium elektronika universitas kristen petra. *Skripsi Program Studi Teknik Elektro*.
- Lutron Electronics Co., Inc. (2002). Grafik 3000(R) Series. United States Of America: Lutron Electronics Co., Inc.
- Tat, L. S., & Haur, Y. K. (n.d.). Remote AC power control by using microcontroller. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 8(12), 53-58.
- Wicaksono, A. A., & Tisnawati, E. (2014). *Teori interior*. Jakarta: Griya Kreasi.