

# Alat Pengukur Umur Lampu Dengan Teknologi Switch Cycles (KLIK)

Maria Beatrix<sup>1</sup>, Endah Setyaningsih<sup>2\*</sup>, Hadian Satria Utama<sup>3</sup>, Yohanes Calvinus<sup>4</sup>, Putra Lukita<sup>5</sup>  
[maria.525210002@stu.untar.ac.id](mailto:maria.525210002@stu.untar.ac.id) [endahs@ft.untar.ac.id](mailto:endahs@ft.untar.ac.id) [hadianu@ft.untar.ac.id](mailto:hadianu@ft.untar.ac.id) [yohanesc@ft.untar.ac.id](mailto:yohanesc@ft.untar.ac.id)  
[putra.525229101@stu.untar.ac.id](mailto:putra.525229101@stu.untar.ac.id)

<sup>12345</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

## Article Info

### Article history:

Diterima 30 Januari 2024

Revisi 8 April 2024

Diterbitkan 18 April 2024

### Keywords:

LED

Switch Cycles (klik)

Umur Lampu

Intensitas Cahaya (lux)

## ABSTRAK

Pencahayaan adalah penggunaan cahaya untuk menerangi suatu objek. Salah satu sumber dari pencahayaan buatan adalah lampu. Masyarakat sangat membutuhkan lampu yang berkualitas dan tahan lama untuk kebutuhan sehari-hari. Salah satu faktor terpenting dari pemilihan lampu adalah umur lampu. Selama ini, umur lampu diukur dengan satuan jam. Standar nasional Indonesia (SNI) menguji umur lampu selama 6000 jam. Saat ini terdapat suatu teknologi baru yang berkembang terkait switch cycles (klik) untuk mengukur umur lampu. Sebuah alat ukur umur lampu perlu dibuat untuk mengetahui umur lampu dengan switch cycles (klik). Metode yang digunakan adalah perancangan alat. Tujuan dari perancangan alat ini adalah membuat alat yang bisa mengukur umur lampu dengan switch cycles (klik). Alat ukur umur lampu dengan teknologi switch cycles (klik) memiliki empat modul yaitu modul counter, modul internet, modul pemroses, modul penampil informasi. Modul counter melakukan switch cycles (klik) pada lampu. Modul internet menghubungkan alat ke internet. Modul pemroses melakukan pengolahan data. Modul penampil informasi menunjukkan informasi di LCD. Berdasarkan pengujian rancangan, semua modul pada alat berhasil bekerja sesuai dengan tujuannya. Hasilnya dapat dilihat pada counter yang melakukan switch cycles (klik) pada lampu. Kemudian modul pemroses mencatat durasi, waktu, jumlah switch cycles (klik) dan menghubungkan semua modul agar dapat tercatat di Google Sheet. Selain itu modul internet menampilkan data di Google Sheet. Modul penampil informasi menampilkan jumlah switch cycle pada lampu di LCD.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



## Corresponding Author:

Endah Setyaningsih

Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11440, Indonesia

Email: [endahs@ft.untar.ac.id](mailto:endahs@ft.untar.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Pencahayaan adalah penggunaan cahaya untuk menerangi suatu objek. Terdapat berbagai jenis pencahayaan seperti pencahayaan langsung dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami dibuat oleh matahari dan pencahayaan buatan diberikan oleh lampu [1]. Lampu adalah alat untuk menghasilkan cahaya. Terdapat berbagai jenis lampu yang sering digunakan masyarakat. Masyarakat mengetahui berbagai jenis lampu pijar, fluorescent dan light emitting diode (LED). LED adalah lampu yang menghasilkan cahaya dari semikonduktor dan elektron [2].

Manusia sangat membutuhkan lampu yang memiliki kualitas baik. Pencahayaan membuat masyarakat dapat melihat sekitar dan sangat penting untuk kenyamanan atau kesehatan manusia [3]. Salah satu hal terpenting saat masyarakat membeli sebuah produk adalah harga, kualitas produk dan umur produk. Maka dari itu, salah satu hal terpenting yang perlu diukur dari lampu adalah umur lampu. Umur lampu adalah masa hidup lampu dari awal sampai lampu tersebut mati. Kualitas komponen sangat mempengaruhi umur lampu LED [4]. Terdapat salah satu cara mengukur umur lampu dari standar nasional Indonesia (SNI) berupa menyalakan lampu selama 6000 jam [5]. Saat ini ada teknologi baru berupa switch cycles (klik). switch cycles (klik) adalah

siklus lampu saat aktif dan nonaktif. Narendran melakukan sebuah penelitian pada dua ballast elektronik start instan yang menghasilkan masa pakai yang berbeda secara signifikan pada dua switch cycles (klik) [6]. Sebuah alat pengukur umur lampu dengan teknologi switch cycles (klik) yang mengambil data durasi, waktu dan jumlah switch cycles (klik) yang mencatat secara otomatis perlu dibuat. Sebuah survei awal dilakukan terlebih dahulu agar dapat mengembangkan alat sebelumnya. Perancangan alat Dumbra menggunakan kotak hitam agar saat intensitas cahaya diukur, hasil benar dari lampu tanpa pengaruh warna kotak [7]. Perancangan alat Deng menggunakan alat yang secara otomatis mencatat data yang tercatat ke internet agar mudah dipantau [8]. Kedua fitur ini juga dibuat pada perancangan alat ini.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah perancangan alat yang dijelaskan dengan rangkaian elektronika dan penjelasan data di tabel. Metode penelitian ini juga digunakan oleh penelitian lain dapat implemmentasi smart lamp [9]. Alat yang akan dirancang merupakan alat pengukur umur lampu LED dengan switch cycles (klik). Alat menggunakan counter dan terhubung dengan internet untuk database agar bisa diakses dari mana saja. Database akan diakses dari format Excel pada Gsheet dari Google Drive. Kebaharuan dari alat yang disurvei adalah dengan switch cycles (klik) dan dihubungkan ke Gdrive. Tujuan dari alat yang dirancang adalah mengetahui umur hidup lampu dengan metode switch cycles (klik). Modul internet berfungsi untuk menampilkan informasi berupa jumlah switch cycles (klik) dan waktu tercatat saat lampu mati. Kemudian melakukan penelitian untuk membandingkan dampak interval switch cycles (klik) pada umur lampu. Rancangan ini berfokus pada penggunaan modul internet sebagai output dari sistem monitoring secara nirkabel. Komponen lampu yang digunakan adalah lampu LED, fitting lampu, ESP32, relay, LCD, kabel, LDR. Program yang digunakan adalah aplikasi Arduino IDE dan Appscript dengan bahasa pemrograman C++. Mikrokontroler ESP32 dipilih karena dapat membuat proyek yang melibatkan sensor. ESP32 memiliki fitur prosesor dual-core, konektivitas Wi-Fi, pin input/output (GPIO), dan konsumsi daya rendah [10]. Modul yang dirancang dalam rancangan ini yaitu Modul internet, Modul counter, Program pada modul pemroses, Modul penampil informasi. Alat yang dirancang merupakan alat pengukur umur lampu. Alat dilengkapi dengan berbagai fitur seperti switch cycles (klik) dan terhubung pada internet. Alat yang dirancang merupakan sistem monitoring switch cycle (klik) pada unit alat pengukur umur lampu. Alat ini berfungsi untuk mencatat secara langsung jumlah switch cycles (klik) dan waktu yang ditampilkan pada sebuah display. Modul penampil informasi diletakkan pada alat. Modul counter berfungsi untuk menghitung jumlah switch cycle (klik) yang telah dilakukan. Setelah menerima data dari modul proses informasi, data menampilkan update pada Google drive.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Realisasi Subsistem Modul Internet

Persamaan harus ditempatkan di tengah garis dan diberikan secara berurutan dengan nomor persamaan Realisasi modul internet menggunakan ESP32 untuk menghubungkan informasi ke Google Sheet. Google Sheet adalah salah satu produk Google yang dapat digunakan sebagai alat berbasis cloud untuk pembelajaran online [11]. Google Sheet akan menyediakan mekanisme otomatis bagi pengguna untuk memahami prediksi yang relevan dibuat [12]. Modul internet menampilkan informasi seperti waktu, tingkat pencahayaan dan jumlah counter berdasarkan jumlah lampu. Terdapat 9 lampu yang ditampilkan pada 9 kolom di Gsheet. Dalam rancangan ini, informasi dapat diakses secara real time dan di mana saja melalui link Google Drive. Berikut potongan program pada modul internet pada gambar. Potongan kode modul internet dapat dilihat pada gambar 1. Sedangkan tampilan Gsheet dapat dilihat pada gambar 2.

```
#include <Wire.h> // Library for I2C communication
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
// Connecting WiFi Settings
const char* SSID = "Minum 2 liter air"; // WiFi SSID
const char* PASSWORD = "berasmerah"; // WiFi Password
// Accessed Google Script Settings
const char* APP_SERVER = "script.google.com";
const char* KEY =
"AKfybchyet1H0ntGcRjwKQwVeLnf3YEHs_ZuJEa0Ow-as6cRpgvcI1Dl6AHMnAI
CuliVzvBnkjg";
```

Gambar 1. Potongan Kode

Total L1	14237	LAST	duration						
Total L2	14237	8/7/2023 13:27:5	3.049147257	days					
Total L3	14237								
Total L4	19781								
Total L5	19781								
Total L6	19781								
Total L7	31400								
Total L8	31400								
Total L9	31400								
Last Update :									
Waktu	Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3	Lampu 4	Lampu 5	Lampu 6	Lampu 7	Lampu 8	Lampu 9
8/4/2023	2	2	2	2	2	2	3	3	3
8/4/2023	1	1	1	2	2	2	3	3	3
8/4/2023	1	1	1	2	2	2	3	3	3

Gambar 2 Gambar Gsheet

Pengujian modul internet bertujuan untuk memastikan modul internet berhasil digunakan. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan alat sebagai input yang menampilkan data ke google sheet di internet sebagai output. Jika lampu menyala sesuai dengan program yang dijalankan, maka modul internet akan mengirimkan data waktu, jumlah *switch cycles* (klik) dan disimpulkan modul dapat bekerja dengan baik. Jika alat mati, maka data akan berhenti terkirim. Data pengujian modul internet dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan pengujian ini, modul internet dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program yang dijalankan.

Modul Internet	Modul internet menyala	Modul internet mati
Respon Modul	Data terkirim ke Gsheet	Data tidak terkirim ke Gsheet

Tabel 1 Hasil Pengujian Modul Pemroses

### 3.2. Realisasi Subsistem Modul Pemroses

Realisasi modul pemroses menggunakan ESP32 yang kodenya diatur di laptop. Modul pemroses ditempatkan pada bagian depan papan dekat lampu. Modul pemroses terhubung ke modul lainnya. Modul pemroses diprogram menggunakan bahasa pemrograman C++ pada Arduino IDE dan Google Apps Script. Google Apps Scripts adalah skrip awan bahasa javascript yang memungkinkan otomatisasi pekerjaan mudah untuk semua produk Google dan layanan pihak ketiga[13]. Potongan program modul pemroses dapat dilihat pada gambar. Program subsistem modul pemroses menjalankan perintah inisialisasi modul pemroses. Inisialisasi ini dilakukan agar modul pemroses dapat mulai menerima data dan menampilkannya data pada LCD dan Google Sheet. Data yang ditampilkan adalah status dari setiap modul yang terhubung pada modul pemroses. Potongan kode dari modul pemroses dapat dilihat pada gambar 3. Sedangkan hasil terkoneksi dapat dilihat pada gambar 4.

```

http.begin(URL);

Serial.println("[HTTP] GET...");
// start connection and send HTTP header
int httpCode = http.GET();

// httpCode will be negative on error
if(httpCode > 0) {
  // HTTP header has been send and Server response header
  has been handled
  Serial.print("[HTTP] GET... code: ");
  Serial.println(httpCode);

  // file found at server
  if(httpCode == HTTP_CODE_OK) {
    String payload = http.getString();
    Serial.println(payload);
  }
} else {
  Serial.print("[HTTP] GET... failed, error: ");
  Serial.println(http.errorToString(httpCode).c_str());
}

```

Gambar 3 potongan Kode

```

[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 302
[HTTP] begin...
https://script.google.com/macros/s/AKfycbyet1H0ntGcRjwKQwVeLnf3YEHs_ZuJEa00

```

Gambar 4 Hasil terkoneksi

Pengujian modul pemroses bertujuan untuk memastikan modul pemroses behasil digunakan. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan LCD sebagai output yang menampilkan status dari alat sehingga modul pemroses diprogram untuk menyalakan LED. Jika lampu menyala sesuai dengan program yang dijalankan, maka modul pemroses disimpulkan dapat bekerja dengan baik. Data pengujian modul pemroses dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan pengujian ini, modul pemroses dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program yang dijalankan.

Tabel 2 Hasil Pengujian Modul Pemroses

Input	Output
High	Menyala
Low	Tidak Menyala

### 3.3 Realisasi Subsistem Modul Display/ penampil informasi

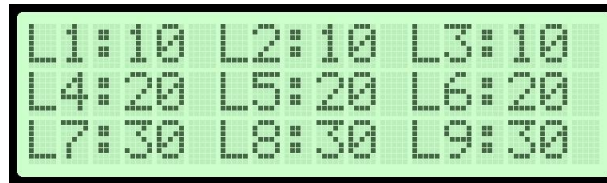
Realisasi rancangan modul penampil informasi menggunakan sebuah LCD tipe 2004. Modul LCD ini menampilkan 20 deret dan 4 baris karakter. LCD terhubung dengan modul informasi untuk menampilkan informasi jumlah counter. LCD digunakan yang berinteraksi dengan mikrokontroler untuk menampilkan informasi agar sistem ini mengurangi campur tangan manusia [14]. Realisasi subsistem modul penampil informasi dapat dilihat pada gambar. Potongan program pada subsistem modul penampil informasi pada gambar. Sementara itu, tulisan yang ditampilkan dimasukan kedalam program sebagai data berupa jumlah counter pada tiap lampu. Potongan kode modul penampil informasi dapat dilihat pada gambar 5. Sedangkan gambar 6 menampilkan LCD yang aktif dan menampilkan data.

```

9  #include <Wire.h> // Library for I2C communication
10 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
11 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
12 // ...

```

Gambar 5 Potongan Kode



Gambar 6 Gambar LCD Terhubung

Pengujian modul penampil informasi bertujuan untuk memastikan modul penampil informasi dapat menerima dan menampilkan data yang telah dikirim oleh modul pemroses. Pengujian dilakukan dengan cara mengatur dua buah lampu dengan jumlah switch cycles (klik) yang berbeda agar data yang ditampilkan berbeda. Modul penampil informasi dapat bekerja dengan baik jika dapat menampilkan jumlah yang sesuai dengan yang dikirim oleh modul pemroses. Hasil pengujian modul penampil informasi dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan pengujian ini, modul penampil informasi dapat menampilkan tulisan sesuai dengan program yang dijalankan oleh modul pemroses.

Tabel 3 Hasil Pengujian Modul Pemroses

Percobaan	Kondisi LCD	Teks yang diterima	Keterangan foto
1	LCD menyala	tertulis jumlah klik pada lampu	
2	LCD mati	LCD mati	

### 3.4 Realisasi Subsistem Modul Counter

Modul counter menghitung jumlah dari nol [15]. Realisasi dari modul counter menggunakan relay untuk menyala dan mematikan lampu. Sebuah sensor LDR diletakan dekat lampu untuk mendeteksi cahaya. Ketika cahaya terkena, Realisasi rancangan subsistem counter dapat menghitung cahaya dan dilihat pada gambar. Dengan demikian, sistem dapat menghitung jumlah counter switch cycles (klik) yang telah dilakukan. Selain itu, counter waktu dengan timer juga dicatat. Program pada modul counter berfungsi untuk membaca sensor LDR yang berada didepan lampu. Ketika sensor mendeteksi cahaya, maka sistem akan melakukan operasi pengurangan intensitas cahaya. Jumlah counter switch cycles (klik) yang bertambah dicatat. Potongan kode modul counter terlihat pada gambar 7.

```

349
350     if (millis() - relaymillis1 >= 8000) { //waktu lampu 789 menyala
351         digitalWrite(relay1, LOW);
352         relaymillis1 = millis();
353     }
354     else if (millis() - relaymillis1 > 4000) { //waktu lampu mati
355         digitalWrite(relay1, HIGH);
356     }

```

Gambar 7 Potongan Kode

Pengujian modul counter bertujuan untuk memastikan bahwa modul counter dapat mendeteksi cahaya pada lampu. Kemudian modul juga melakukan proses switch cycles (klik) dengan menyalakan dan mematikan lampu dengan relay. Pengujian dilakukan dengan melakukan proses switch cycle. Lampu yang digunakan ada 9 lampu. Switch cycles (klik) yang digunakan adalah 5, 10 dan 15 detik. Tiap detik menggunakan 3 lampu.

Setelah melakukan switch cycles (klik), data melewati sensor dan menghasilkan output berupa tambahan 1 counter, perhitungan iluminansi dan waktu pada modul internet yang tertampilkan di GoogleSheet. Tabel 4 menampilkan hasil pengujian modul pemroses.

Situasi	Lampu menyala	Lampu mati
Counter	Terus terhitung dan berjalan dengan data 1 atau lebih	Tetap berjalan dengan 0
Waktu	Data terus tercatat	Waktu terakhir lampu menyala tercatat
Data terkirim	Data masuk ke Gsheet	berhenti

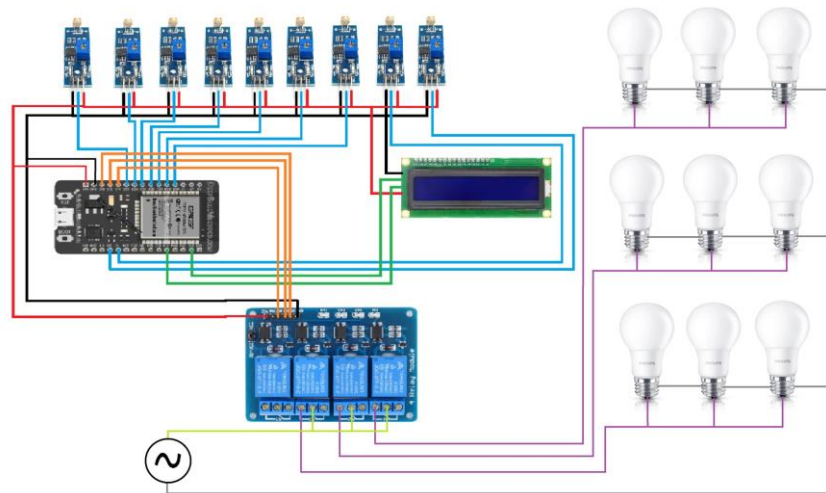
### 3.4 Pengujian dan Analisis Keseluruhan Sistem

Coding yang digunakan adalah bahasa pemrograman C++. Coding akan diakses dari App Arduino IDE yang akan dipasang dari alat ke PC. Setelah dipasang dan memasukan data coding, data tersimpan pada alat elektronik sehingga tidak perlu terpasang ke PC setiap saat. Realisasi keseluruhan sistem dilakukan dengan menggabungkan seluruh modul yang ada. Modul realisasi subsistem modul internet, modul display, modul pemroses dan modul counter. Semua modul terhubung untuk menghitung dan mencatat secara real-time. Realisasi seluruh subsistem dapat dilihat pada Gambar 8. Kemudian skematik dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 8 Realisasi Keseluruhan Sistem





Gambar 9 skematik Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi. Kondisi pertama yaitu saat lampu mati, modul display menampilkan tidak ada lampu yang menyala dengan jumlah switch cycle 0. Modul counter tidak akan merespon untuk menyalakan dan mematikan sehingga jumlah data pada modul penampil informasi tidak akan bertambah. Ketika sistem mendeteksi tidak ada lampu yang menyala, alat akan mengetahuinya.

Kondisi kedua yaitu saat lampu menyala. Ketika sensor mengidentifikasi ada lampu yang menyala, maka modul pemroses akan menampilkan tampilan informasi bahwa lampu memiliki jumlah switch cycles (klik) bertambah. Ketika lampu menyala, sensor counter akan mendapatkan data sehingga data jumlah switch cycle, dan waktu ditampilkan pada modul internet di Gsheet. Jika lampu tiba-tiba mati karena sudah mencapai target 50000 switch cycles (klik), maka sensor mendeteksi lampu mati dan menghentikannya tambahan informasi dikirim di modul pemroses.

Kondisi ketiga yaitu saat ada beberapa lampu yang mati dan beberapa lampu menyala. Modul counter akan berhenti merespon ketika lampu mati dan terus menghitung bagi lampu nyala. Setiap lampu akan mengirimkan informasi ke halaman Gsheet berbeda sehingga kondisi 1 lampu tidak akan mempengaruhi lampu lainnya. Modul display menampilkan status modul dan situasi lampu menyala atau mati. Modul penampil informasi hanya akan melanjutkan informasi bagi lampu yang menyala. Berdasarkan data hasil pengujian keseluruhan sistem, sistem dapat berjalan sesuai dengan kondisi yang diberikan. Tabel 5 menampilkan contoh kasus pada penelitian.

Tabel 5 Contoh Kasus

Respon Modul	Contoh Kasus		
	Lampu Mati	Lampu Menyala	Sepuluh lampu mati, separuh lampu menyala
Modul Counter	<i>counter</i> aktif dengan hitungan 0	<i>counter</i> aktif dengan hitungan 1 atau lebih	Counter tetap aktif tapi hasilnya 0 pada lampu mati dan 1 pada lampu menyala
Modul Heads Up Display/ Modul Penampil Informasi	Modul display menampilkan data 0	Modul display menampilkan data berupa jumlah <i>switch cycles</i> (klik)	Modul display menampilkan informasi data lampu yang menyala. Modul menampilkan jumlah terkahir atau 0 pada lampu mati

Modul pemroses informasi	Modul menampilkan modul aktif dengan hasil 0	Modul menampilkan modul aktif	Informasi muncul bagi lampu menyala
Modul internet	Gsheet tidak memasukan data baru	Gsheet memasukan data baru	Data baru masuk bagi lampu menyala dan tidak memberi data baru pada lampu mati

#### 4. KESIMPULAN

Hasilnya dapat dilihat pada counter yang melakukan switch cycles (klik) pada lampu. Kemudian modul pemroses mencatat durasi, waktu, jumlah switch cycles (klik) dan menghubungkan semua modul agar dapat tercatat di Google Sheet. Selain itu modul internet dapat menghubungkan alat ke internet. Modul penampil informasi menampilkan jumlah switch cycles (klik) pada lampu di LCD. Saran untuk penelitian berikutnya adalah alat dapat mengambil data lainnya seperti tingkat pencahayaan (lux) dengan modul lux meter secara otomatis. .

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, juga kepada Prodi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara yang telah menyediakan sarana penelitian hingga selesai dan berjalan lancar.

#### REFERENSI

- [1] M. A. Rahman and Sugini, "EVALUASI TINGKAT KENYAMANAN VISUAL YANG DITINJAU DARI ASPEK PENGOPTIMALISAN PENCAHAYAAN ALAMI ( Studi Kasus : Ruang Kuliah Fakultas Teknik Industri ) / EVALUATION OF THE LEVEL VISUAL COMFORT IN TERMS BY ASPECTS OF OPTIMIZATION DAYLIGHTING."
- [2] N. Khan and N. Abas, "Comparative study of energy saving light sources," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 1. Elsevier Ltd, pp. 296–309, 2011. doi: 10.1016/j.rser.2010.07.072.
- [3] Abdelaziz Mahmoud, "Simulating the natural lighting for a physical and mental Well-being in", doi: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101810>.
- [4] S. Palaloi, B. Besar, T. Energi, B. Pengkajian, and P. Teknologi, "Testing and Analysis of Life Time for LED Lamp Ballasted for General Lighting." [Online]. Available: [www.sylvania.com](http://www.sylvania.com)
- [5] J. Casamayor, D. Su, and M. Sarshar, "Extending the lifespan of LED-lighting products," *Architectural Engineering and Design Management*, vol. 11, no. 2, pp. 105–122, Mar. 2015, doi: 10.1080/17452007.2013.834813.
- [6] N. Narendran, T. Yin, C. O'Rourke, A. Bierman, and N. Maliyagoda, "A lamp life predictor for frequently switched instant-start fluorescent systems," *Journal of the Illuminating Engineering Society*, vol. 30, no. 2, pp. 189–198, 2001, doi: 10.1080/00994480.2001.10748363.
- [7] V. Dumbra et al., "Simplified and Accelerated Method of Led Lamp Useful Life Estimation," *Mapan - Journal of Metrology Society of India*, vol. 34, no. 2, pp. 169–178, Jun. 2019, doi: 10.1007/s12647-019-00302-2.
- [8] D. Pan, Y. Zhang, T. Piao, N. Zou, and Z. Wang, "DESIGN OF LAMP LIFE TEST INSTRUMENT BASED ON WIRELESS COMMUNICATION."
- [9] A. N. Z. Saepul Rahmat, "The Implementation of NodeMCU ESP8266 for Smart Lamp in the Cilacap State Polytechnic Campus Area".
- [10] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, Aug. 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [11] Delgado, T., Bhark, S., & Donahue, J. (2020). Pandemic Teaching : Creating and teaching cell biology labs online during COVID -19. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(1), 32–37. doi:10.1002/bmb.21482
- [12] Saif, Mohammed. (2022). Ethics Sheet for Automatic Emotion Recognition and Sentiment Analysis. *Computational Linguistics* (2022) 48 (2): 239–278.. Dikutip Januari 2024 dari <https://direct.mit.edu/coli/article/48/2/239/109904/Ethics-Sheet-for-Automatic-Emotion-Recognition-and>.
- [13] Apriani, D., Aan, M., & Saputra, W. E. (2022). Data visualization using google data studio. *International Journal of Cyber and IT Service Management*, 2(1), 11-19.
- [14] Pola, S., Jahan, Q., Usharani, M., Sandeep, S., & Dinesh, P. (2022). An Automated Irrigation System to Improve Water Usage Efficiency in Irrigation Sector. *International Journal of Modern Developments in Engineering and Science*, 1(6), 9-11.
- [15] Y. Lu, S. Liu, Q. Zhang and Z. Xie, "RTLLM: An Open-Source Benchmark for Design RTL Generation with Large Language Model," 2024 29th Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC), Incheon, Korea, Republic of, 2024, pp. 722-727, doi: 10.1109/ASP-DAC58780.2024.10473904. keywords: {Design automation;Natural languages;Asia;Benchmark testing;Syntactics;Chatbots;Hardware}.