

Rancang Bangun Sistem Pengontrolan Lampu Berbasis Komputer dan Arduino untuk Aplikasi *Smart Home*

Zakaria^{#1}, Fauzi^{#2}, Irhamni^{#3}, Edwar Iswardy^{#4}

[#] *Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala*

Jl. Syech Abdurrauf No.3, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh 2311, Indonesia

¹zakaria@unsyiah.ac.id

²fauzi@unsyiah.ac.id

³irhamni@unsyiah.ac.id

⁴edwariswardy@unsyiah.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi informasi, komunikasi, dan elektronika telah banyak membantu kehidupan manusia untuk mengendalikan perangkat listrik rumah tangga. Peranti penerangan rumah tangga merupakan salah satu perangkat listrik yang mengkonsumsi energi listrik cukup banyak. Kenyataannya, seringkali pengguna lupa menghidupkan atau mematikan perangkat penerangan yang mempengaruhi efisiensi penggunaan energi listrik. Sebagai solusinya, perlu dilakukan pengontrolan lampu secara terpusat. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat prototipe sistem pengontrolan lampu melalui kombinasi komputer dan mikrokontroler Arduino yang diintegrasikan melalui sistem operasi Windows, perangkat lunak bahasa pemrograman C, dan pemrograman Arduino IDE. Mekanisme pengontrolan dilakukan dengan melakukan input pemilihan lokasi/ruangan dan kondisi hidup/mati lampu pada front panel komputer. Kemudian Arduino akan mengeksekusi pilihan menghidupkan/mematikan lampu di ruangan tersebut. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa prototipe sistem pengontrolan lampu dapat bekerja dengan baik untuk menghidupkan dan mematikan lampu sesuai dengan kode ruangan yang dipilih. Konsep kerja prototipe ini cukup berpotensi untuk dimanfaatkan dalam aplikasi *smart home* yang berguna untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik.

Kata Kunci— Komputer, Arduino embedded system, *Open source*, Pengontrol lampu, *Smart home*.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya pemanfaatan teknologi komunikasi dan informasi, pengontrolan peranti secara jarak jauh dan nirkabel telah semakin berkembang melalui media komunikasi seperti internet, bluetooth, sms gateway, telepon genggam, hingga satelit. Karenanya, peralatan listrik rumah tangga, kantor, dan kota telah dapat dikendalikan dari jarak jauh [1], [2]. Perkembangan ini telah melahirkan rancangan konsep *smart home*, *smart office*, *smart regency*, *smart village* hingga *smart city* [3]. Proyek *smart city* bahkan telah dicanangkan terhadap seratus kota di Indonesia oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika sejak 2018 [4].

Dalam skala lebih kecil konsep *smart city* ini diawali oleh adanya *smart home*. Pengendalian konsumsi listrik rumah tangga menjadi salah satu isu penting dalam rancangan *smart home*. Pengontrolan yang efisien akan menghemat konsumsi listrik, memperpanjang usia pemakaian alat listrik, menghemat tenaga manusia melalui otomasi, dan memenuhi keselamatan dan keamanan [5], [6].

Salah satu konsumsi listrik rumah tangga, perkantoran, desa, dan kota yang cukup besar adalah untuk penerangan. Penerangan menggunakan lampu telah menjadi kebutuhan masyarakat modern, baik untuk kebutuhan pribadi, kendaraan, rumah, kantor, maupun fasilitas umum perkotaan. Beberapa laporan menunjukkan bahwa penerangan merupakan salah satu penyumbang konsumsi energi listrik terbesar di dunia. Menurut panduan untuk rumah ramah lingkungan Pemerintah Australia, konsumsi penerangan menghabiskan sekitar 8-15% energi listrik rumah tangga [7]. Penerangan untuk bangunan di Amerika Serikat dan Eropa, menggunakan sekitar 40% dari konsumsi energi total [8]. Di Indonesia, penerangan adalah salah satu kebutuhan primer konsumsi energi listrik rumah tangga di perkotaan yang menghabiskan rerata 17-20% energi listrik [9], [10]. Atas dasar ini, efisiensi penggunaan penerangan melalui teknologi pengendalian pemakaian merupakan kebutuhan yang penting diimplementasikan.

Saat ini, masyarakat umumnya masih melakukan pengendalian peralatan penerangan secara manual. Lampu dinyalakan dan dihidupkan oleh manusia secara analog melalui tombol saklar. Pada faktanya, manusia sering lupa atau lalai dalam menyalakan atau mematikan lampu penerang, apalagi jika jumlah dan lokasi saklar cukup banyak dan berbeda lokasi. Hal ini menyebabkan inefisiensi konsumsi energi listrik yang berimbas kepada naiknya biaya tagihan listrik. Dengan perkembangan teknologi elektronika digital, pengendalian peralatan listrik rumah tangga dapat dilakukan berbasis internet, *smartphone*, komputer, mikrokontroler, atau integrasi dari berbagai metode tersebut [2], [5], [6].

Pada penelitian ini, integrasi komputer dan mikrokontroler Arduino dirancang untuk pengontrolan lampu berdasarkan

ruangan dalam suatu bangunan. Prototipe sistem pengontrol hidup atau mati lampu yang dikembangkan bekerja berdasarkan pemilihan lokasi ruangan melalui komputer. Prototipe ini merupakan pembuktian aplikasi konsep *smart home* yang bermanfaat untuk memudahkan operator bangunan dalam menghidupkan atau mematikan lampu serta menghemat konsumsi energi listrik untuk penerangan.

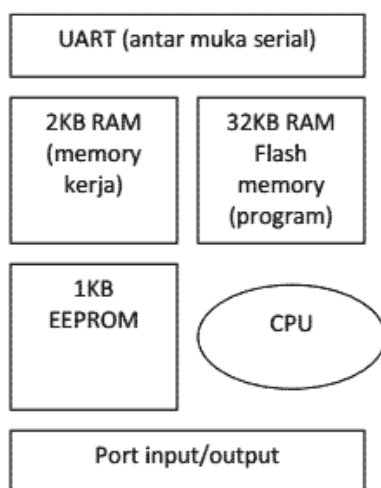
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Smart Homes

Secara umum *smart home* diartikan sebagai sebuah lingkungan cerdas yang mampu untuk membaca informasi dari lingkungan dan kemudian beradaptasi terhadap kebutuhan penghuni lingkungan untuk memenuhi kenyamanan dan efisiensi [11]. Dalam aplikasinya, smart home merujuk kepada istilah otomasi rumah yang dilengkapi fasilitas yang membantu manusia untuk mengendalikan peralatan dan perlengkapan rumah seperti menghidupkan dan mematikan lampu, membuka dan menutup pintu atau garasi, membuka dan menutup keran air, memonitor suhu ruangan, memonitor keadaan rumah dengan kamera, dan lain-lain [1], [12], [13]. *Smart home* menjadi populer karena menyediakan banyak kelebihan seperti memberikan kenyamanan, efisiensi penggunaan energi listrik, menghemat biaya, dan menyediakan keamanan yang lebih baik [12], [14] sehingga implementasinya dalam kehidupan manusia semakin tahun semakin meningkat. Dalam skala lebih luas, konsep *smart home* ini diaplikasikan untuk mengembangkan *smart office*, *smart regency*, *smart village*, hingga *smart city*. [3], [4], [15].

B. Arduino Embedded System

Embedded system adalah sistem pemrograman mikrokomputer yang dirancang khusus untuk meningkatkan fungsi suatu mesin. Salah satu embedded system yang cukup



Gambar 1. Blok diagram mikrokontroler ATmega328 Arduino Uno [18]



Gambar 2. Tampilan papan Arduino Uno dengan LED indicator [18]

populer saat ini adalah Arduino. Arduino merupakan mikrokontroler *open source* yang memiliki perangkat keras dan lunak untuk merancang pemrograman sistem elektronik dan mengontrol peranti listrik [16], [17]. Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler ATmega 8 bit dari Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda spesifikasinya, seperti Arduino Uno yang menggunakan ATmega328 dan Arduino Mega2560 yang menggunakan ATmega2560.

Gambar 1 memperlihatkan diagram blok sederhana dari mikrokontroler ATmega328 yang digunakan dalam Arduino Uno [18]. Arduino begitu populer karena kemudahan penggunaannya. Tanpa perlu melakukan konfigurasi apapun, sebuah papan Arduino dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan menyediakan daya 5 Vdc kepada papan Arduino sehingga tidak diperlukan sumber daya eksternal. Ketika mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada papan Arduino akan menyala menandakan bahwa Arduino siap bekerja (Gambar 2). Selain itu, pada papan Arduino Uno juga terdapat sebuah LED kecil yang dapat digunakan sebagai indikator atau output ketika pengguna menjalankan atau menguji program.

C. Sistem Operasi, Software Embedded System, dan Software Pendukung

1) *Sistem Operasi Windows Vista*: Windows Vista merupakan sistem operasi berbasis grafis dari Microsoft yang digunakan pada komputer pribadi (PC). Windows Vista juga mempunyai teknologi API (Application Program Interface) dalam inti sistem operasi, khususnya penambahan .NET Framework. Adanya API ini sangat memudahkan PC mengenal perangkat-perangkat yang berbasis USB, seperti Arduino, yang menggunakan komunikasi serial ke kernel Windows. .NET Framework merupakan suatu kumpulan base class atau juga merupakan suatu set class library untuk merancang suatu program. .NET Framework telah didesain sedemikian rupa sehingga dapat digunakan dengan berbagai macam bahasa, seperti C#, VB.NET, C++, J#. Hal ini sangat memudahkan developer untuk menghasilkan aplikasi yang sama persis hanya dengan mendalami satu bahasa saja.

Seluruh bahasa yang digunakan dalam pemrograman akan *dicompile* dengan .NET Framework dan akan menghasilkan keluaran yang sama. Pada aplikasi ini, .NET Framework berkomunikasi dengan Aplikasi IDE Arduino dan serial USB yang terhubung ke perangkat Arduino.

2) *Software Embedded System*: Software *embedded system* yang digunakan adalah Arduino Uno. Arduino Software (IDE) adalah aplikasi *open-source* yang memudahkan pengguna untuk menulis kode dan meng-upload ke perangkat Arduino. Arduino Software berjalan pada Sistem Operasi Windows, Mac OS X, dan Linux.

3) *Bahasa Pemrograman C*: Bahasa C menerapkan konsep runtutan dimana program dieksekusi per baris dari atas ke bawah secara berurutan. Bila pengguna menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut di bawah fungsi utama, maka bagian prototipe (prototype) harus dituliskan. Ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada kompilar daftar fungsi yang akan digunakan di dalam program. Namun jika fungsi-fungsi lain tersebut dituliskan di atas atau sebelum fungsi utama, maka tidak perlu lagi dituliskan bagian prototipe di atasnya.

4) *Kompiler MinGW*: MinGW atau *Minimalist GNU for Windows* adalah paket program pemrograman berbasis GNU yang dapat dijalankan di dalam sistem operasi Windows. Di dalam paket ini sudah meliputi program GCC. GCC atau GNU Compiler Collection adalah kumpulan compiler yang dibuat dalam proyek GNU. Compiler adalah fasilitas yang berfungsi untuk mengkompilasi source code program agar bisa dijalankan oleh komputer. GCC awalnya hanya ditujukan sebagai compiler untuk bahasa C (GNU C Compiler), tapi kemudian berkembang menjadi banyak compiler untuk berbagai bahasa pemrograman seperti untuk C (gcc), untuk C++ (g++), Fortran dan lain-lain. Kumpulan compiler ini merupakan compiler standard yang terdapat pada sistem GNU dan merupakan paket minimal pada hampir semua distribusi Linux meski dapat ditemukan juga pada sistem-sistem operasi berbasis UNIX. Pada program CodeBlocks IDE di atas, MinGW berada di folder CodeBlocks/MinGW/bin.

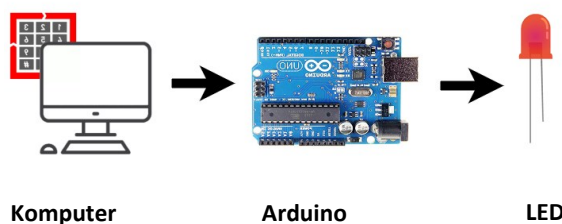
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi: a) perancangan perangkat keras, b) instalasi perangkat lunak, perancangan dan penanaman program, c) pembuatan prototipe, dan d) pengujian prototipe.

B. Perancangan Perangkat Keras

Terdapat tiga perangkat utama yang dirancang menjadi sistem pengontrol lampu yaitu komputer, papan mikrokontroler Arduino Uno, lampu LED disertai dengan komponen penunjangnya seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan perangkat keras

Perangkat komputer berfungsi untuk mengirim pilihan data ruang, perintah kondisi hidup atau mati ke Arduino Uno, dan Arduino Uno akan mengaktifkan pin-pin yang terhubung ke kaki LED sesuai inputan dari komputer. Untuk pengalaman pin-pin Arduino dapat dilihat seperti Tabel 1 dibawah ini.

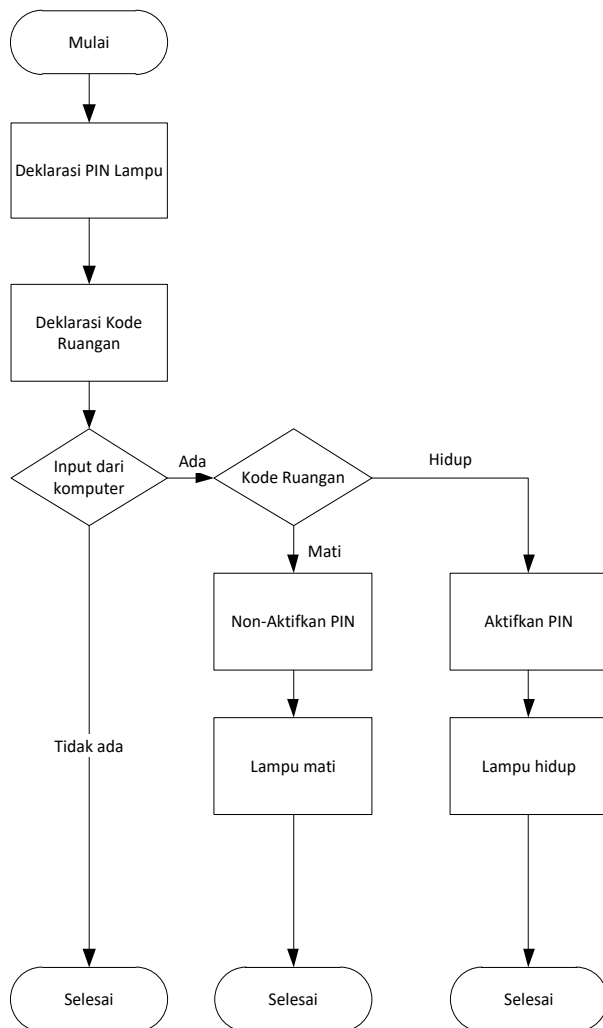
TABLE I
RUANG DAN PIN ARDUINO

Nama Ruangan	PIN Arduino
Garasi	13
Kamar tidur	12
Kamar mandi	11
Kamar tidur belakang	10
Taman belakang	9
Dapur	8
Ruang tamu	7
Taman depan	6

C. Instalasi Perangkat Lunak, Perancangan dan Penanaman Program

1) *Instalasi Sistem Operasi Windows, Arduino IDE, CodeBlocks, dan MinGW C/C++*: Untuk merancang perangkat lunak di PC dan Arduino maka perlu dilakukan instalasi sistem operasi dan beberapa aplikasi pendukung yaitu Windows, Arduino IDE, CodeBlocks dan MinGW C/C++. Instalasi Windows dilakukan pada PC agar semua aplikasi yang digunakan dapat dijalankan dan bisa berkomunikasi dengan Arduino. Setelah Windows diinstal, maka dilakukan instalasi aplikasi CodeBlocks dan MinGW untuk menulis dan menjalankan bahasa pemrograman C/C++ yang digunakan untuk mengontrol Arduino. Kemudian dilakukan instalasi Arduino IDE yang digunakan untuk menulis program yang akan ditanamkan dalam perangkat Arduino Uno.

2) *Perancangan dan Penanaman Program ke dalam Arduino*: Untuk menghidupkan atau mematikan lampu pada ruang yang ditentukan, maka diperlu dirancang program yang ditanamkan dalam perangkat keras Arduino. Prinsip kerja program pada Arduino ditunjukkan oleh diagram alir seperti Gambar 4. Pada saat dihidupkan, perangkat akan mendeklarasi PIN arduino yang akan digunakan dan mendeklarasi kode ruangan untuk menentukan penggunaan PIN yang telah dideklarasikan. Kemudian sistem akan membaca input dari komputer dan akan mencocokkan input tersebut dengan kode ruangan, lalu akan mengaktifkan atau menon-aktifkan PIN. Bila kode ruangan hidup lampu, maka akan



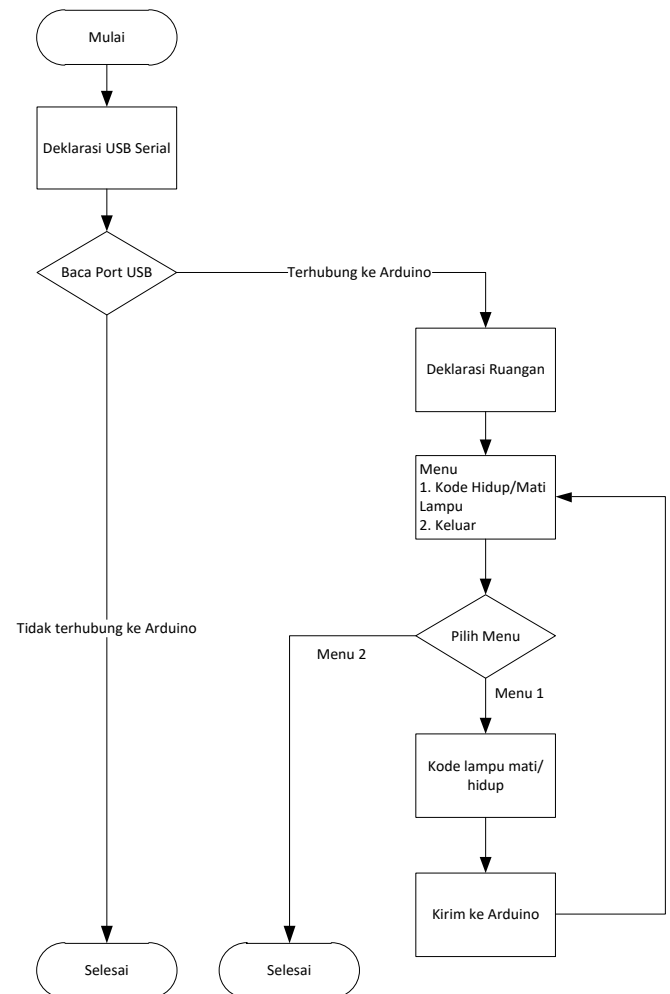
Gambar 4. Flowchart program dalam perangkat keras Arduino

mengaktifkan PIN dan lampu akan hidup dan begitu sebaliknya.

3) *Pemrograman di Komputer*: Pemrograman di komputer berfungsi sebagai antar-muka antara Arduino dengan komputer untuk pengontrol/display. Berdasarkan flowchart pada Gambar 5 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada saat dijalankan program, maka akan mendeteksi perangkat arduino tersambung ke komputer. Ketika arduino sudah tersambung, maka akan program akan mendeklarasikan ruang-ruang yang digunakan. Kemudian akan membuat menampilkan menu ruangan dan menu keluar dari program. Bila di pilih menu ruangan maka kode ruangan untuk lampu hidup atau mati akan dikirimkan ke Arduino.

D. Pembuatan Prototipe

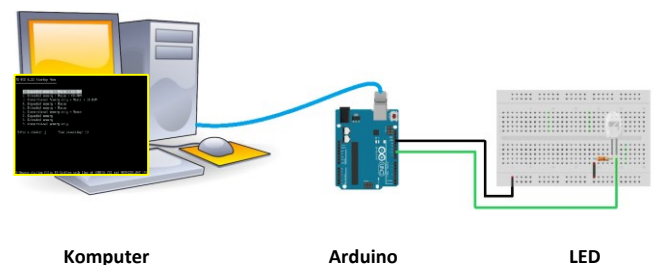
Pembuatan prototipe terdiri dari integrasi perangkat lunak dan perangkat keras yang meliputi software, kode program, komputer kabel USB, Arduino Uno, breadboard dan lampu LED, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Flowchart program di komputer

E. Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe dilakukan untuk mengetahui sistem bekerja sesuai fungsinya. Pengujian dilakukan dengan cara mengkalibrasi input dari PC ke Arduino. Hasil pengujian bertujuan untuk melihat keakuratan masing-masing fungsi input. Apabila nilai pembacaan input sudah benar, maka perangkat tersebut telah bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

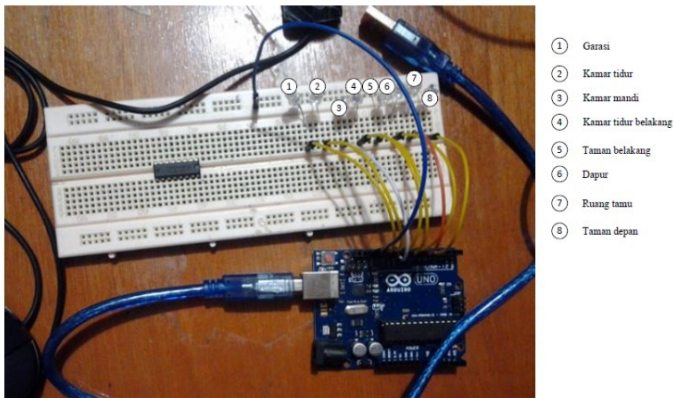


Gambar 6. Perancangan prototipe sistem pengontrol lampu berbasis komputer dan Arduino secara keseluruhan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan Perangkat Keras

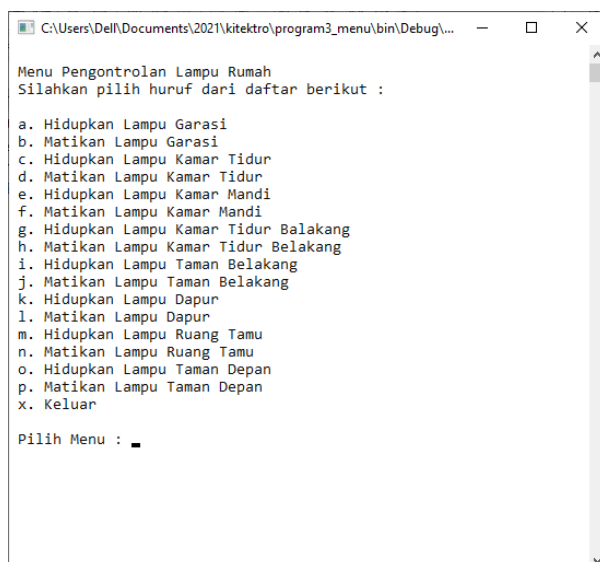
Hasil rancangan perangkat keras, yang terdiri dari perangkat Arduino Uno, papan breadboard, kabel dan lampu LED. Lampu LED yang digunakan berjumlah 8 buah yang mewakili jumlah ruangan rumah dipasang pada breadboard. Semua kaki positif lampu LED dihubungkan dengan kabel ke PIN 13 sampai dengan PIN 6 pada Arduino. Sedangkan kaki LED negatif jalur breadboard dihubungkan ke PIN Ground Arduino seperti terlihat pada Gambar 7.



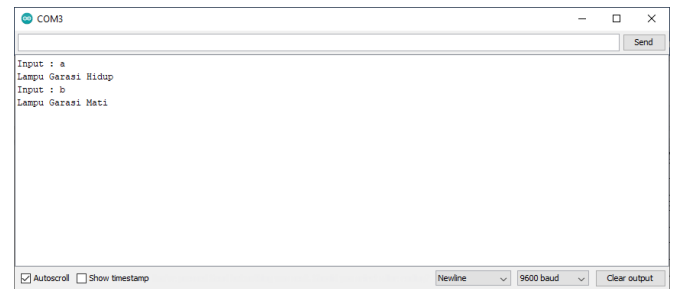
Gambar 7. Hasil rancangan perangkat keras

B. Hasil Perancangan Aplikasi Program Pengontrol/ Penampil pada Komputer dan pada Arduino Uno

Hasil rancangan aplikasi pengontrol adalah program Command Prompt yang dibuat dengan menggunakan bahasa C/C++. Aplikasi pengontrol sekaligus penampil pada layer komputer akan mengirim perintah melalui port serial (COM) ke Arduino Uno. Perintah untuk menghidupkan dan mematikan lampu dapat dilakukan dengan memasukkan kode a sampai dengan p seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan menu pada front panel di komputer



Gambar 9. Tampilan serial monitor Arduino

Sebelum Arduino diintegrasikan dengan aplikasi pengontrol/display seperti menu Gambar 8, maka dapat dilakukan kalibrasi pengujian di aplikasi dasar Arduino Uno yaitu dengan mengaktifkan serial monitor. Saat serial monitor aktif atau berjalan maka dilakukan input kode ruang dan lampu akan hidup atau mati seperti terlihat pada Gambar 9

C. Hasil Pembuatan Prototipe Sistem Pengontrol Lampu melalui Komputer dan Arduino

Hasil pembuatan prototipe pengontrol lampu melalui PC dan Arduino dapat dilihat pada Gambar 10. Integrasi dilakukan dengan cara merangkai seluruh perangkat keras dan kemudian menjalankan aplikasi program yang telah dirancang untuk mengontrol lampu.



Gambar 10. Hasil pembuatan prototype

D. Hasil Pengujian Prototipe Sistem Pengontrol Lampu melalui Komputer dan Arduino

Dari pengujian, maka dihasilkan prototipe sistem pengontrolan lampu berbasis komputer dan Arduino yang bekerja sesuai fungsinya untuk mematikan dan mematikan lampu. Pengujian prototipe pengontrolan lampu dilakukan dengan cara memasukkan input kode ruangan untuk on/off pada komputer, kemudian memeriksa kesesuaian hasilnya seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Tampilan hidup atau mati lampu ketika pengujian seperti terlihat pada Gambar 10.

TABEL II

PENGUJIAN PENGONTROLAN HIDUP/MATI LAMPU

Lokasi Lampu/Ruangan	Kode Input On/Off	No. Lampu LED	Kondisi Lampu
Garasi	a	LED 1	Hidup
Kamar tidur	d	LED 2	Mati
Kamar mandi	f	LED 3	Mati
Kamar tidur belakang	h	LED 4	Mati
Taman belakang	j	LED 5	Mati
Dapur	l	LED 6	Mati
Ruang tamu	n	LED 7	Mati
Taman depan	o	LED 8	Hidup

Hasil pengujian pada Gambar 10 dan Tabel 2 memperlihatkan lampu LED 1 dan LED 8 adalah hidup dan lampu yang lain dalam keadaan mati.

REFERENSI

- [1] S. Sawidin, D. S. Pongoh, and A. A. S. Ramschie, "Design of smart home control system based on Android," in *Proc. International Conference on Applied Science and Technology (ICAST)* IEEE, p. 165-170, 2018.
- [2] T. Islam and I. S. Koo, "Autonomous indoor lighting device control system based on wireless sensor network," *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 11(4), p. 31-38, 2011.
- [3] R. Rachmawati, "Pengembangan smart village untuk penguatan smart city dan smart regency," *Jurnal Sistem Cerdas*, 1(2), p. 12-19, 2018.
- [4] Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemenkominfo), "Guideline masterplan smart city gerakan menuju 100 smart city," Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika, 2018.
- [5] D. Kurnianto, A. M. Hadi, dan E. Wahyudi, "Perancangan sistem kendali otomatis pada smart home menggunakan modul Arduino Uno," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2), p. 260-270, 2016.
- [6] S. Kumar, "Ubiquitous smart home system using android application," *arXiv preprint arXiv:1402.2114*, 2014.
- [7] Australia's guideline to environmentally home lighting, [Online]. Available: <https://www.yourhome.gov.au/energy/lighting/>
- [8] K. Amasyali and N. El-Gohary, "Building lighting energy consumption prediction for supporting energy data analytics," *Procedia Engineering*, 145, p. 511-517, 2016.
- [9] H. Batih, and C. Sorapipatana, "Characteristics of urban households' electrical energy consumption in Indonesia and its saving potentials," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, p. 1160-1173, 2016.
- [10] I. Sukarno, H. Matsumoto, and L. Susanti, L, "Household lifestyle effect on residential electrical energy consumption in Indonesia: On-site measurement methods," *Urban Climate*, 20, p. 20-32, 2017.
- [11] J. Shin, Y. Park, and D. Lee, D, "Who will be smart home users? An analysis of adoption and diffusion of smart homes," *Technological Forecasting and Social Change*, 134, 246-253, 2018.
- [12] A. Adriansyah, and A. W. Dani, "Design of small smart home system based on Arduino," in *Proc. Electrical Power, Electronics, Communications, Control and Informatics Seminar (EECCIS)*, IEEE, p. 121-125, 2014.
- [13] V. S. Gunge, and P.S. Yalagi, "Smart home automation: a literature review," *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887, 2016.
- [14] C. L. Hu, T.K Chan, Y.C. Wen, T. Tantidham, S. Sanghlao, B. Yimwadsana, and P. Mongkolwat, "IoT-Based LED lighting control in smart home," in *Proc. IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, IEEE, p. 877-880, IEEE, 2018.
- [15] M.S. Nura, Y. Away, dan F. Fardian, "Desain sistem kendali dan monitoring berbasis teknologi wifi untuk otomasi ruang kerja dosen," *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 5(3), 2020.
- [16] A. A. Galadima, "Arduino as a learning tool," in *Proc. 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)*, IEEE, p. 1-4, IEEE, 2014.
- [17] H. M. Omar, "Enhancing automatic control learning through Arduino-based projects," *European Journal of Engineering Education*, 43(5), p. 652-663, 2018.
- [18] A. Kadir, *From Zero to A Pro Arduino*, Ed. I, Yogyakarta, Indonesia: Penerbit Andi, 2015.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan prototipe sistem pengontrolan lampu ruangan berbasis komputer dan Arduino. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe dapat bekerja dengan baik untuk menghidupkan dan mematikan lampu LED sesuai dengan kode ruangan yang dipilih. Prototipe ini berpeluang untuk dikembangkan dan dimanfaatkan dalam sistem *smart home*, *smart office* dan *smart city*.