

Implementasi Teknik Duplex Terhadap Mikrokontroler Smart Home Menggunakan Protokol Komunikasi Esp-Now

Anisa Putri Wulandari¹, Devri Suherdi², Rini Kustini³

^{1,2} Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

³ Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹apw910@gmail.com, ²devrisuherdi@gmail.com, ³rinikustini.tgd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: apw910@gmail.com

Abstrak

Rumah merupakan tempat tinggal yang ditempati manusia untuk berlindung. Rumah terkenal dengan perabotan elektronik di dalamnya. Seiring perkembangan teknologi rumah dapat dipadukan dengan teknologi, yaitu Smart Home. Smart home ialah sebuah rumah pintar yang mana dapat bekerja otomatis ataupun control jarak jauh. Komponen elektronik di dalam smart home tentu banyak, dan dalam perancangan smart home tentunya harus memiliki sumber control yang banyak untuk pencapaiannya. Untuk mendapatkan titik aksentu yang banyak tersebut maka dibutuhkan penggabungan mikrokontroler. Teknik duplex dapat dipakai dalam penggabungan mikrokontroler. Dengan teknik duplex memungkinkan pertukaran informasi yaitu dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. ESP NOW adalah protokol komunikasi yang dipakai dalam penduplexan mikrokontroler. ESP NOW adalah protokol komunikasi yang disediakan ESP NOW hanya untuk produk ESP, salah satunya ESP32. ESP32 merupakan mikrokontroler yang menyediakan fitur wifi dan bluetooth di dalam satu modul ESP32. ESP NOW yang dipakai adalah ESP NOW Two Way Communication yang dapat menyesuaikan dengan teknik duplex.

Kata Kunci: Smart Home, Teknik Duplex, ESP NOW, ESP32, Two Way Communication

Abstract

A house is a dwelling place inhabited by humans for shelter. Houses are well-known for the electronic appliances inside them. With the advancement of technology, homes can now be integrated with technology, known as Smart Home. A smart home is a house equipped to function automatically or be controlled remotely. The electronic components within a smart home are numerous, and in the design of a smart home, it is essential to have multiple control sources to achieve this. To achieve multiple control points, the integration of microcontrollers is necessary. The duplex technique can be used in microcontroller integration. With duplex technique, simultaneous exchange of information, both sending and receiving data, becomes possible. ESP NOW is the communication protocol used in microcontroller duplexing. ESP NOW is a communication protocol provided by ESP, particularly for ESP products like ESP32. ESP32 is a microcontroller that features both WiFi and Bluetooth within a single ESP32 module. ESP NOW utilized is the ESP NOW Two Way Communication, which adapts to duplex techniques.

Keywords: Smart Home, Duplex Technique, ESP NOW, ESP32, Two Way Communication

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini berkembang sangat pesat, yang dapat dirasakan oleh manusia yaitu dapat memudahkan kegiatan manusia dalam segala aspek kehidupan. Dalam bidang properti salah satunya adalah rumah yang merupakan bangunan yang dijadikan tempat tinggal oleh manusia. Dengan maraknya perkembangan teknologi sekarang, rumah dapat dikembangkan menjadi lebih canggih dengan memanfaatkan teknologi pada rumah tersebut. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan bahkan sudah ada beberapa manusia yang merealisasikannya ialah *Smart Home*. *Smart Home* ialah rumah pintar yang diartikan sebagai rumah penyedia kenyamanan dan efisiensi setiap saat, terlepas dari ada atau tidaknya orang di rumah [1].

Smart Home tidak hanya memiliki satu titik akses, melainkan beberapa titik akses yang ada dalamnya misal seperti pengontrolan beberapa lampu, pembacaan suhu ruangan, pengaman pintu, dan lain-lain. Dalam perwujudan *Smart Home*, dibutuhkan sebuah sistem pengendali yang disebut mikrokontroler. Mikrokontroler digunakan untuk melakukan suatu tugas dan menjalankan program yang dibuat oleh programmer. Mikrokontroler dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti kontrol, otomatisasi, akuisisi data dan telekomunikasi [2]. Pada penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan ialah ESP32, yang mana ESP32 merupakan mikrokontroler penyedia koneksi *Bluetooth* dan *Wi-Fi* dalam satu modul [3].

Untuk mengantisipasi banyaknya titik akses pengontrolan yang diinginkan oleh penghuni rumah cerdas atau *Smart Home*, maka dari itu diperlukan pin akses yang banyak dalam mikrokontroler. Pin akses tersebut bersifat Input ataupun Output baik analog maupun digital pada mikrokontroler yang umumnya dapat diprogram untuk menjalankan sebuah fungsi yang terdapat pada sensor yang ingin digunakan. Dengan demikian, pada penelitian ini memakai lebih dari satu mikrokontroler untuk merancang *Smart Home* tersebut.

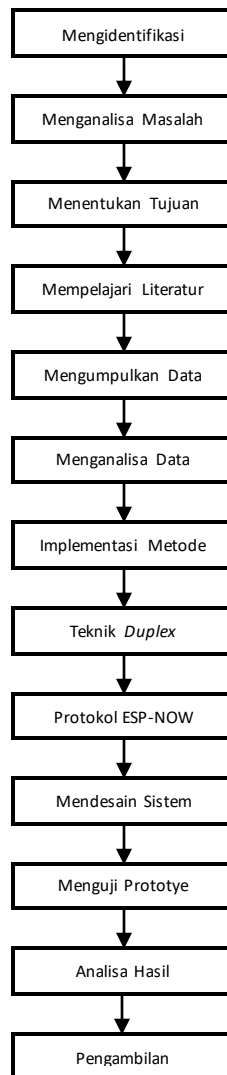
Perancangan *Smart Home* dengan memakai lebih dari satu mikrokontroler, diperlukan teknik *duplex* dalam pengaplikasian sistem ini. Teknik *duplex* adalah komunikasi dua arah yang tidak hanya untuk mengirimkan pesan, tetapi dapat pula menerima pesan dan balasan dari pihak lain [4]. Teknik *duplex* terbagi menjadi dua, yaitu *half-duplex* dan *full-duplex*. Khusus dalam penelitian ini menganut teknik *full-duplex* yang terjadi pada mikrokontroler, dimana mikrokontroler dapat mengirim dan menerima informasi secara bersamaan di waktu yang sama.

Diperlukan suatu protokol komunikasi yang dapat menghubungkan antara mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua agar tercapai tujuan dari teknik *duplex* terhadap mikrokontroler. Protokol komunikasi yang dapat membuat mikrokontroler berkomunikasi secara bersamaan pada waktu yang sama adalah protokol ESP-NOW. ESP-NOW adalah sebuah protokol komunikasi yang diciptakan oleh Espressif. ESP-NOW adalah protokol yang memungkinkan beberapa perangkat berkomunikasi tanpa terhubung koneksi *Wi-Fi* [5]. Protokol tersebut yang dipakai pada penelitian ini, dimana mikrokontroler satu terkoneksi dengan mikrokontroler dua akan mengakibatkan dapat mengirim dan menerima data satu sama lain. Oleh karena itu, dapat terpenuhi tujuan awal yaitu memperbanyak pin akses pengontrolan terhadap *Smart Home*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian ini digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam mengimplementasikan teknik *duplex* terhadap sistem *smart home* menggunakan *protocol* ESP-NOW secara sistematis untuk perancangan yang akan dilaksanakan.



Gambar 1. Kerangka Kerja

Adapun penjelasan mengenai kerangka kerja diatas sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi Masalah
Pada penelitian ini akan dilakukan terlebih dahulu identifikasi masalah yang akan dikerjakan. Mengidentifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu terbatasnya pennggunaan pin pada mikrokontroler *smart home* jika pengguna menginginkan *control* dan *monitoring* pada suatu sistem.
2. Menganalisa Masalah
Analisa yang dilakukan pada penelitian ini adalah hal yang membangun untuk menyelesaikan masalah dengan mengimplementasikan teknik *duplex* pada mikrokontroler.
3. Menentukan Tujuan

Menentukan judul penelitian dilakukan agar hasil yang diharapkan sesuai dengan yang terjadi. Sebab target yang dituju pada penelitian ini yaitu mengimplementasikan teknik duplex pada mikrokontroler dalam sistem *smart home*.

4. Mempelajari Literatur
Mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan penelitian ini untuk dijadikan referensi. Adapun literatur yang digunakan yaitu jurnal-jurnal dan buku serta artikel yang berkaitan tentang *smart home*, mikrokontroler, implementasi teknik duplex dan komponen elektronika.
5. Mengumpulkan Data
Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan dengan melihat beberapa video referensi mengenai protocol ESP-NOW.
6. Menganalisa Data
Menganalisa data dari data-data yang terkumpul yaitu dimulai dari konsep pencocokan antara ESP-NOW dengan teknik duplex agar dapat mencapai tujuan.
7. Implementasi Metode
Melakukan implementasi metode duplex agar hasil yang didapatkan dari penelitian ini dapat sesuai harapan.
8. Teknik Full Duplex
Teknik full duplex yaitu suatu cara yang dapat memungkinkan 2 perangkat dapat mengirim dan menerima data dalam waktu yang bersamaan.
9. Protokol ESP-NOW
Pada penelitian ini memakai protocol ESP-NOW dua arah sehingga dapat tercapai tujuan yang dapat dikaitkan dengan metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu menerapkan teknik duplex terhadap mikrokontroler *smart home*.
10. Mendesain Sistem
Mendesain sistem ini menggunakan aplikasi fritzing dan sketchup. Fritzing digunakan untuk mendesain jalur komponen elektronika, sedangkan sketchup digunakan untuk mendesain rancang bangun 3 dimensi yang nantinya akan sesuai dengan *prototype* sistem yang akan dibangun.
11. Menguji Prototype
Setelah perancangan sistem, tahap selanjutnya adalah menguji prototype. Pada penelitian ini berfokus pada dua buah *microcontroller* yang dapat terhubung mengirim dan menerima data.
12. Analisa Hasil
Analisa hasil dilakukan setelah sistem diuji dikarenakan jika terdapat kesalahan pada sistem, maka dapat dilakukan perbaikan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.
13. Pengambilan Keputusan
Pengambilan keputusan berupa kelayakan sistem yang dirancang agar dapat diimplementasikan kedalam dunia nyata.

2.2 Smart Home

Smart Home merupakan terobosan ide baru bagi pemilik rumah agar rumah tersebut terpacu terhadap perkembangan teknologi. Sistem *smart home* adalah sistem aplikasi yang memadukan teknologi dan layanan dengan rancangan khusus pada rumah untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan bagi penghuni rumah. *Smart home* memiliki beberapa perangkat kontrol dan otomasi pada peralatan rumah dan dapat diakses melalui komputer atau *smartphone* [6].

2.3 Teknik Duplex

Duplex merupakan sistem komunikasi dua arah berdasarkan cara pengiriman pesan. Selain pengiriman pesan, duplex juga dapat menerima pesan dan balasan dari mitra komunikasi. Ada 3 (tiga) macam model komunikasi data berdasarkan pengiriman pesan, di antaranya:

1. Simplex merupakan sistem satu arah dimana pengirim pesan hanya mengirim pesan tanpa menerima respon dari penerima respon. Penerapan komunikasi ini terjadi pada siaran stasiun TV dan siaran radio.
2. *Half-duplex* merupakan sistem dua arah yaitu dapat mengirim pesan dan menerima pesan namun secara bergantian. Contoh dari komunikasi ini ialah *Walkie-Talkie* yang dapat berbicara dan mendengarkan namun secara bergantian [7].
3. *Full-duplex* merupakan sistem dua arah yaitu dapat mengirim pesan dan menerima pesan di waktu yang bersamaan. Contoh dari komunikasi ini ialah komunikasi lewat telepon, WhatsApp, dan lainnya.

Dalam teknik duplex, sistem *full-duplex* lebih efisien dibandingkan sistem *half-duplex* karena dapat mengalirkan data secara dua arah dalam waktu yang bersamaan [4].

2.4 Protokol Komunikasi ESP NOW

ESP-NOW merupakan jenis protocol komunikasi nirkabel namun tanpa koneksi WiFi yang diciptakan oleh Espressif. ESP-NOW dapat digunakan hanya pada produk ESP saja, baik ESP32 maupun ESP8266. ESP-NOW adalah protokol komunikasi tanpa kabel milik Espressif yang mengurangi 5 (lima) lapisan Model OSI menjadi satu dan dapat memungkinkan perangkat berpasangan untuk berkomunikasi satu sama lain secara langsung melalui lapisan data link yang telah ditentukan oleh Espressif [5].

ESP-NOW tidak terhubung dengan koneksi internet, maka dari itu ESP-NOW menggunakan MAC Address untuk menghubungkan antara perangkat ESP satu dengan lainnya agar dapat berkomunikasi. Kemudian MAC tersebut diatur ke *broadcast address* (0xff:0xff:0xff:0xff:0xff:0xff). MAC Address pada mikrokontroler pertama diatur ke alamat kedua. ESP-NOW memiliki kecepatan bit default yaitu 1 Mbps dan ESP-NOW dapat digunakan untuk mentransfer pesan kecil hingga 250 byte. Jumlah perangkat yang dapat dipasangkan maksimum 20, dan untuk perangkat yang terenkripsi dapat dipasangkan tidak lebih dari 17 perangkat namun defaultnya adalah 7 perangkat [8]. Berdasarkan pengujian jangkauan komunikasi antara 2 mikrokontroler yang dilakukan randomertutorials.com, mendapatkan komunikasi yang stabil sampai 220 meter [9]. ESP NOW terbagi menjadi 2 bagian yaitu *One Way Communication* yang artinya komunikasi satu arah dan *Two Way Communication* yang artinya komunikasi dua arah.

2.5 ESP32

Esp32 adalah sebuah mikrokontroler yang diperkenalkan Espressif dan merupakan penerus dari ESP8266. Esp32 terdapat 2 chip yang berbeda yaitu WiFi 2.4 GHz dan *Bluetooth* dengan rancangan teknologi 40 nm untuk mencapai daya dan kinerja radio yang terbaik demi menunjukkan kokohnya, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi. Esp32 dirancang untuk aplikasi pada seluler, perangkat elektronik yang dapat digunakan, dan *Internet of Things* (IoT) [10].

2.6 Sensor LDR

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sebuah resistor yang resistansinya berubah karena dipengaruhi oleh cahaya. Besar kecilnya nilai resistansi yang terdapat pada sensor LDR bergantung dari besar kecilnya yang diterima oleh sensor itu sendiri. Resistansi meningkat dalam keadaan redup dan meningkat dalam keadaan terang. Dalam sensor LDR terdiri dari cakram semikonduktor dengan dua buah elektroda pada permukaannya [11].

2.7 Driver Motor L289N

Driver motor L289N menggunakan IC L289N yang merupakan jenis IC *driver* yang dapat mengalirkan arus 2 Ampere ke setiap modul. IC L289N terdiri dari *Transistor – Transistor Logic* (TTL) dengan gerbang NAND yang melayani untuk memudahkan dan memungkinkan penentuan putaran motor DC. Penggerak motor ini ditenagai oleh catu daya mikrokontroler dengan tegangan 4,8 V. Bila menggunakan catu daya eksternal, diberi daya dengan tegangan maksimum 35 V [12].

2.8 Sensor Hujan

Sensor hujan ialah salah satu jenis sensor yang mendeteksi turun hujan atau tidak, dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk membantu manusia. Sensor hujan bekerja ketika air hujan mengenai panel sensor maka terjadilah proses elektrolisis oleh air hujan sehingga dapat menghantarkan arus listrik dikarenakan air hujan termasuk cairan elektrolit.

2.9 Motor Servo SG90

Motor servo adalah perangkat elektromekanis yang dapat memutar objek dengan sistem kontrol *feedback close loop*. Motor servo SG90 merupakan jenis motor servo yang sering digunakan untuk praktikum dalam program Arduino IDE. Motor servo dapat menentukan posisi sudut pada suatu poros keluaran dan akan berputar saat menerima program dan akan berhenti saat program telah sesuai perintah. Motor servo SG90 dapat berputar dalam skala 0 derajat sampai 180 derajat.

2.10 Motor DC

Motor DC atau motor arus searah merupakan sebuah perangkat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Pada motor DC, arus yang digunakan adalah arus searah agar tercipta putaran mekanis. Motor DC digunakan sebagai pengendali kecepatan.

2.11 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah layar yang termasuk kedalam jenis media visual yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan tulisan yang diprogram seorang. LCD 16x2 merupakan LCD yang cukup populer digunakan dalam pemrograman Arduino, LCD 16x2 memiliki 16 karakter dan 2 baris.

Dalam perkembangan teknologi, LCD sudah memiliki modul I2C yang merupakan standar komunikasi dua arah (SCL dan SDA) yang di desain khusus untuk mengirim atau menerima data.

2.12 LED

LED (*Led Emitting Diode*) merupakan suatu komponen elektronik yang memancarkan cahaya monokrom ketika tegangan maju diterapkan. LED adalah jenis diode yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dipancarkan LED bergantung pada jenis semikonduktor yang digunakan [11].

2.13 Push Button

Push Button adalah komponen elektronika berupa tombol yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan suatu rangkaian dengan cara menekannya. Push button hanya memiliki 2 (dua) kondisi yaitu ON dan OFF (1 dan 0).

2.14 Flowchart

Flowchart adalah sebuah rangkaian bagan alir yang bertujuan untuk menjelaskan langkah-langkah suatu sistem dengan proses logika. Flowchart merupakan cara untuk menjelaskan tahapan pemecahan suatu masalah yang dituliskan menggunakan symbol-symbol tertentu. Flowchart itu penting dikarenakan flowchart berperan untuk menggambarkan suatu proyek yang ingin dirancang.

2.15 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah software yang dapat membuat program untuk dijalankan pada alat yang ingin diciptakan. Arduino IDE termasuk aplikasi *open-source* yang mana dapat menulis program dan mengunggahnya ke mikrokontroler seperti Arduino Uno, ESP8266, ESP32 dan sebagainya dalam keadaan tanpa internet. Arduino IDE sangat berguna dalam membuat pengembangan *prototype* dan IoT menggunakan Bahasa pemrograman C atau C++ dengan mudah dikarenakan Arduino IDE menyediakan *library* dan contoh program yang dapat memudahkan pengguna untuk menciptakan program yang ingin diciptakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem merupakan sebuah konsep yang mendefinisikan struktur dan pandangan pada sistem untuk membantu proses berjalannya suatu sistem. Arsitektur sistem digunakan untuk menuntun para perancang untuk membuat sistem sesuai keinginan.

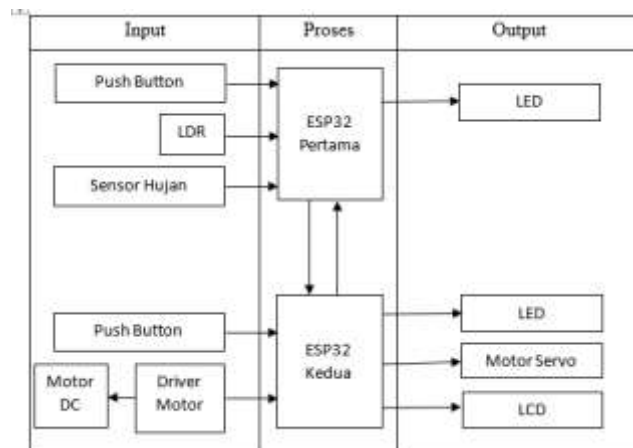
Adapun *hardware* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. ESP32 : 2 buah
2. Motor Driver L289N : 1 buah
3. Motor DC : 1 buah
4. Sensor Hujan : 1 buah
5. Led : 9 pin pada mikrokontroler
6. LDR : 1 buah
7. LCD : 1 buah
8. Motor Servo SG90 : 2 buah

Dari *hardware* yang ditetapkan di atas, menjelaskan rancangan yang akan dibuat. Rancangan tersebut ialah lampu kamar orang tua, lampu kamar anak, lampu *aesthetic* anak, lampu ruangan, lampu kamar mandi, palang parkir, lampu taman otomatis dan jemuran otomatis serta layar ucapan "WELCOME".

3.1.1 Blok Diagram

Blok diagram merupakan gambaran dari sistem yang akan dirancang. Dalam blok diagram terdapat komponen input dan output serta proses yang dipakai pada sistem, dimana bagian-bagian tersebut dihubungkan menggunakan garis-garis untuk menunjukkan hubungan antara blok-blok tersebut. Adapun blok diagram yang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



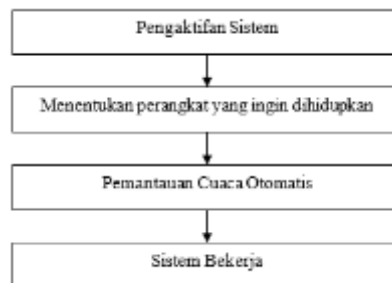
Gambar 2. Blok Diagram

Pada gambar blok diagram diatas terdapat beberapa komponen sistem yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut penjelasan mengenai blok diagram diatas:

- a. Push Button
Push button merupakan input yang digunakan pada alat, push button sebagai tombol *on/off* pada komponen yang ada pada alat.
- b. Driver Motor
Driver motor merupakan input yang menjadi modul untuk mengontrol motor dc.
- c. Motor DC
Motor DC sebagai penggerak yang mana kecepatan motor sudah di program pada modul *driver* motor
- d. LDR
Pada sistem smart home, LDR digunakan untuk mengetahui intensitas cahaya yang ada pada sistem sesuai keadaan lingkungan.
- e. ESP32 Pertama
ESP32 merupakan komponen proses yang menjadi otak dari keseluruhan sistem. ESP32 akan mengatur kerja dari keseluruhan input dan output yang digunakan pada sistem ini. ESP32 pertama sebagai ESP32 pertama yang nantinya akan dipasang metode teknik duplex terhadap ESP32 kedua.
- f. ESP32 Kedua
ESP32 kedua juga memiliki fungsi yang sama seperti ESP32 pertama yaitu sebagai otak untuk mengendalikan keseluruhan proses input dan output. ESP32 kedua sebagai ESP32 kedua yang akan dipasangkan metode teknik duplex terhadap ESP32 pertama.
- g. LED
LED merupakan output sistem yang digunakan sebagai penerang.
- h. Motor Servo
Pada sistem ini motor servo digunakan sebagai palang parkir. Motor servo yang digunakan kata "Welcome". LCD yang digunakan adalah LCD 16x2.

3.1.2 Algoritma Sistem

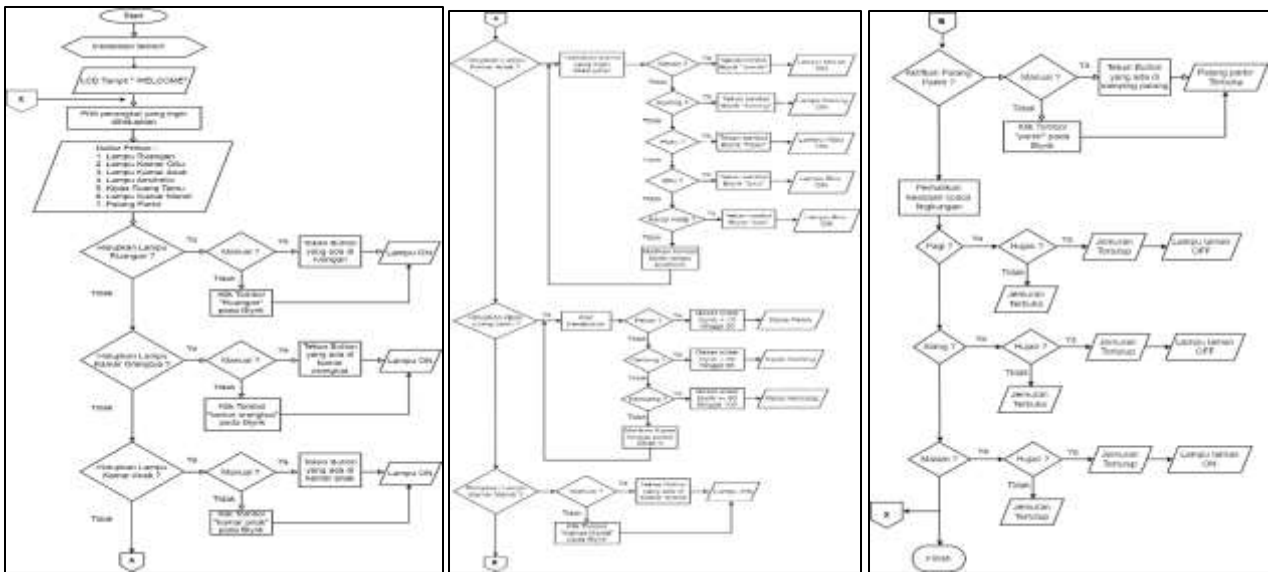
Algoritma sistem adalah diagram proses atau aliran proses yang menjelaskan proses yang terjadi sistem dari awal hingga mencapai tujuan. Namun, penjelasan yang ada pada algoritma sistem ini hanya menjelaskan proses secara umum suatu sistem. Berikut adalah algoritma sistem yang ada pada penelitian ini :



Gambar 3. Algoritma Sistem

3.1.3 Flowchart

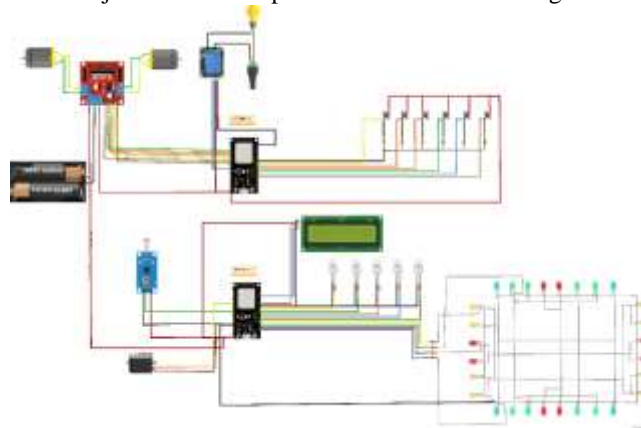
Flowchart adalah langkah-langkah yang digunakan pada sistem untuk menjadi gambaran dari sistem yang akan dirancang. Berikut adalah flowchart yang dipakai untuk penelitian ini :



Gambar 4. Flowchart

3.1.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah merancang sistem berupa pembentukan skematik komponen secara terpisah dan keseluruhan. Perancangan sistem bertujuan untuk mempermudah dalam membangun sistem.



Gambar 5. Perancangan Sistem

3.1.5 Perancangan Prototype

Perancangan model prototype ini adalah gambaran model yang akan dibuat nantinya, namun model prototype menggunakan ukuran kecil dari aslinya dan dibuat dengan sebaik mungkin agar mudah digunakan oleh pengguna sistem. Perancangan sistem ini dibuat menggunakan software Sketchup.



Gambar 6. Tampilan Prototype

3.2 Tampilan Keseluruhan Sistem

Tampilan keseluruhan sistem merupakan hasil akhir setelah seluruh komponen sistem disatukan. Berikut tampilan keseluruhan sistem.



Gambar 7. Tampilan Keseluruhan



Gambar 8. Lampu Aesthetic



Gambar 9. Lampu Taman

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba, dapat ditarik kesimpulan bahwa mikrokontroler dapat berkomunikasi secara *full duplex* karena adanya protokol komunikasi ESP NOW. Dari komunikasi tersebut mengakibatkan mikrokontroler dapat saling berkomunikasi dengan cara dapat mengirim dan menerima informasi dalam satu waktu. Dalam hal ini *smart home* dapat

mempunyai titik akses yang banyak sehingga memungkinkan dapat terpasang banyak komponen dalam *smart home* tersebut yang dapat mengirim data dan menerima data antar komponen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih kepada Ibu dan adik yang telah memberi motivasi dan doa dalam penelitian ini. Terimakasih kepada teman-teman dan pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu dalam proses pengerjaan penelitian ini. Kiranya jurnal ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan dapat meningkatkan kualitas penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Siswanto, A. Efendi, and A. Yulianti, "Alat Kontrol Akses Pintu Rumah Dengan Teknologi Sidik Jari Di Lingkungan Rumah Pintar Dengan Data Yang Di Enkripsi," *J. Penelit. Pos dan Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 97, 2018, doi: 10.17933/jppi.2018.080201.
- [2] S. Suhaeb, Y. Abd Djawad, H. Jaya, Ridwansyah, Sabran, and A. Risal, "Mikrokontroler dan Interface," *Buku Ajar Jur. Pendidik. Tek. Elektron. UNM*, pp. 2–3, 2017, [Online]. Available: https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&q=jurnal+artikel+ilmiah&btnG=
- [3] R. Ramadhan, H. Sulistiani2, Y. Rahmanto, A. Sesanti, and B. N. . Pasaribu, "Implementasi Esp32 Untuk Pengukuran Daya Tahan Otot Tes Push Up," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 79–92, 2023, doi: 10.33365/jtikom.v3i2.2348.
- [4] D. Sugiono, *Komunikasi Data & Interface*. Edisi Pert. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013.
- [5] Espressif, "ESP-NOW: Espressif's Wireless Communication Protocol," 2021. <https://www.espressif.com/en/news/ESP-NOW> (accessed Dec. 04, 2023).
- [6] J. Barep Adi, herlina Amalia, and F. Sherly, "SMART HOME WITH SMART CONTROL , BERBASIS BLUETOOTH MIKROKONTROLLER," vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [7] A. Sugiharto, "Penerapan Komunikasi Data pada Kegiatan Pengiriman Barang," *J. Mitra Manaj.*, vol. 1, no. 13, pp. 17–26, 2022.
- [8] espressif, "ESP-NOW." https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/network/esp_now.html (accessed Dec. 17, 2023).
- [9] Random Nerd Tutorials, "Getting Started with ESP-NOW (ESP32 with Arduino IDE)," 2020. <https://randomnerdtutorials.com/esp-now-esp32-arduino-ide/> (accessed Dec. 17, 2023).
- [10] E. Systems, *ESP32 Datasheet V2.1*. 2018.
- [11] D. Desmira, "Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i1.4465.
- [12] Sudimanto, "Perancangan robot pemindah barang berbasis line follower," vol. 22, no. 1, pp. 1–11, 2020.