

RANCANG BANGUN PAPAN PENGONTROL UMUM BERBASIS SISTEM TERTANAM UNTUK SISTEM OTOMASI DAN KEAMANAN RUMAH

DESIGN OF EMBEDDED SYSTEM BASED GENERAL CONTROLLER BOARD FOR HOME AUTOMATION AND SECURITY SYSTEM

Ismail¹, Agung Nugroho Jati, S.T., M.T.², Fairuz Azmi, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Program Studi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ismailsmakhus@gmail.com, ²agungnj@telkomuniversity.ac.id, ³worldliner@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sistem otomasi dan keamanan rumah adalah suatu sistem yang mengintegrasikan dan mengontrol peralatan listrik rumah yang pada umumnya terdiri dari sensor, papan pengontrol/controller, dan aktuator. Suatu sistem otomasi dan keamanan rumah biasanya hanya menjalankan satu fungsi, seperti sistem pengunci pintu, alarm asap dan api, atau otomasi lampu-lampu saja, sehingga untuk fungsi-fungsi yang lain diperlukan sistem yang lain pula. Pada penelitian ini, dibuat suatu papan pengontrol berbasis embedded system dan modul extender. Papan pengontrol dibuat dapat membaca segala jenis sensor dengan penyesuaian terlebih dahulu dan dapat menyalakan dan mematikan peralatan listrik rumah, seperti lampu, pendingin ruangan, TV, dan lain-lain, secara otomatis. Adapun modul extender merupakan sistem yang dapat berdiri sendiri, seperti sistem pengunci pintu, kamera pengaman, dan lain-lain, dan dapat dihubungkan dengan papan pengontrol melalui kabel USB. Ketika suatu modul extender dihubungkan dengan papan pengontrol, maka papan pengontrol akan menerima log aktivitas modul extender tersebut dan meneruskannya ke server untuk keperluan monitoring. Papan pengontrol akan dibuat berbasis mikrokontroler yang ditunjang dengan Real-Time Clock, modul Bluetooth, modul Wi-Fi, delapan kanal masukan digital, delapan kanal keluaran, dan empat kanal modul extender. Papan pengontrol dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan, seperti menyalakan lampu pada rentang jam tertentu atau menyalakan lampu ketika sensor cahaya mendeteksi kondisi gelap. Penelitian ini diimplementasikan pada maket rumah yang telah disiapkan sesuai kebutuhan pengujian. Papan pengontrol dapat dikonfigurasi menggunakan aplikasi desktop melalui koneksi Bluetooth pada jarak maksimal ± 4.8 meter tanpa penghalang. Papan pengontrol juga dapat dihubungkan ke jaringan Wi-Fi pada jarak maksimal ± 18 meter agar dapat mengirimkan log aktivitasnya ke server untuk keperluan monitoring. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa papan pengontrol dapat dikonfigurasi dengan akurasi 100% dan dapat mengirimkan log aktivitasnya ke server dengan akurasi pengiriman data 100%.

Kata kunci: embedded system, papan pengontrol, sistem otomasi dan keamanan rumah

Abstract

Home automation and security system is a system that integrates and controls home electrical appliances and generally consists of sensors, controller board, and actuators. A home automation and security system usually runs a single function, such as door locking system, smoke and fire alarm, or lights otomation only, so that another system is required for the other functions. In this research, an embedded system based controller board and extender modules are made. The controller board is made to be able to read any type of sensor with an adjustment first and turn on and off home electrical appliances, such as lights, air conditioners, TV, and others, automatically. The extender module is a standalone system, such as door locking system, security camera, etc., which can be connected to the controller board via a USB cable. When an extender module is connected to the controller board, the controller board will receive event logs of the extender module and forward it to the server for monitoring purpose. The controller board will be based on microcontroller supported by Real-Time Clock, Bluetooth module, Wi-Fi module, eight digital input channels, eight output channels, and four extender module channels. The controller board can be configured as needed, such as switching on lights for a certain clock range or turning on the lights when the light sensor detects dark condition. This research is implemented on a homestead model that has been prepared according to the test requirements. The controller board can be configured using desktop application via Bluetooth connection at maximum distance of ± 4.8 meters without obstacles. The controller board can be connected to a Wi-Fi network at maximum distance of ± 18 meters in order to send its event logs to the server for monitoring purpose. The results of this study indicate that the controller board can be configured with 100% accuracy and can send its event logs to the server with 100% data transmission accuracy.

Keywords: embedded system, controller board, home automation and security system

1. Pendahuluan

Sistem otomasi dan keamanan rumah adalah suatu sistem untuk mengintegrasikan dan mengontrol peralatan listrik rumah beserta sistem keamanannya, misalnya lampu, TV, kipas angin, alarm, dan lain-lain. Sistem otomasi dan keamanan rumah biasanya terdiri dari sensor (seperti sensor suhu, cahaya, atau gas), controller yang berfungsi sebagai pusat kontrol atau otak dari sistem, dan aktuator (seperti saklar elektronik,

motor listrik, atau solenoid). Tujuan dari sistem otomasi rumah dan keamanan rumah mencakup kemudahan, efisiensi energi, keamanan, dan kenyamanan. Saat ini konsep sistem otomasi dan keamanan rumah sedang berkembang pesat dan didukung dengan banyaknya perusahaan yang bergerak di bidang ini seperti Control4, Crestron, Dyalite, dan lain-lain.

Suatu sistem otomasi dan keamanan rumah biasanya hanya berfokus pada satu fungsi tertentu, seperti sistem pengunci pintu saja [1], alarm asap dan api saja [2], atau otomasi lampu-lampu saja, sehingga untuk fungsi-fungsi yang lain diperlukan sistem yang lain pula. Adapun sistem otomasi dan keamanan rumah yang mencakup lebih dari satu fungsi seperti beberapa sensor, tetapi hanya sensor-sensor tersebut yang dapat dibaca oleh controller-nya dan dimonitoring, ketika ditambahkan sensor yang baru, maka sistem tidak dapat membacanya [3].

Perkembangan teknologi embedded system memungkinkan dibuatnya suatu papan pengontrol/controller untuk sistem otomasi dan keamanan rumah yang bersifat umum, yang berarti bahwa semua sensor atau perangkat lain yang telah disesuaikan dapat dipasang pada controller. Controller harus dikonfigurasi ketika ditambahkan sensor atau perangkat lainnya untuk menyesuaikan fungsi yang baru.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Papan Pengontrol

Papan pengontrol adalah suatu papan elektronik yang berbasis mikrokontroler atau mikroprosesor yang diprogram untuk melakukan kontrol terhadap perangkat lain maupun melakukan deteksi keadaan di sekitarnya. Suatu papan pengontrol biasanya terdiri dari unit kontroler/pemroses dan unit I/O. Unit kontroler/pemroses dapat berbasis mikrokontroler seperti keluarga PIC [4, 5, 6], ATMEL [7, 8, 9], MCS51 [10], berbasis mikroprosesor seperti ARM [11, 12], atau berbasis FPGA. Keuntungan menggunakan FPGA adalah fleksibilitas, akurasi, hemat biaya, dan pengembangan yang cepat [13]. Unit I/O dapat dibuat satu board dengan unit kontroler [4, 14] maupun terpisah dari board unit kontroler [5, 7, 8]. Unit I/O yang terpisah dari board unit kontroler dapat dilengkapi dengan mikrokontroler sehingga dapat berfungsi secara mandiri dan fleksibel [7].

Pada unit output biasanya digunakan driver untuk menguatkan arus dari unit kontroler seperti IC ULN2003 dan IC L293D. IC ULN2003 biasanya digunakan untuk menguatkan arus trigger pada relay [5, 8], sedangkan IC L293D digunakan untuk menguatkan arus kontrol motor DC [8], sedangkan pada unit input biasanya digunakan op-amp (operational amplifier) seperti IC LM358N untuk menguatkan tegangan dari sensor agar terbaca maksimal pada mikrokontroler [5], namun ada juga yang menggunakan komparator seperti IC LM339 untuk membandingkan tegangan dari sensor dengan nilai threshold komparator agar keluaran dari komparator yang dibaca oleh mikrokontroler hanya berupa tegangan HIGH atau LOW saja [4].

2.2. Sistem Tertanam

Sistem tertanam atau embedded system merupakan suatu sistem komputer yang dibuat dengan tujuan khusus. Contoh penerapannya adalah instrumentasi medis, sistem RFID, jam tangan digital, vehicle tracking, automated vehicle system, network and communication system, dan lain-lain [15]. Pada umumnya embedded system adalah suatu papan elektronik yang terdiri dari mikroprosesor atau mikrokontroler, integrated circuit (IC), dan komponen-komponen elektronik lainnya yang menjalankan program untuk tujuan tertentu, tidak seperti personal computer (PC) yang dibuat untuk tujuan umum [16].

2.3. Mikrokontroler dan Mikroprosesor

Mikroprosesor adalah sebuah CPU yang dibangun dalam single chip semiconductor yang terdiri dari unit pengontrol dan ALU. Mikroprosesor mengambil program instruksi dari memori eksternal kemudian menjalankannya. Contoh mikroprosesor adalah keluarga intel, AMD, dan Motorola. Mikrokontroler merupakan sebuah mikroprosesor yang digabungkan dengan I/O, RAM/ROM, timer, serial port, counter, dan analog to digital converter (ADC) dalam sebuah single chip semiconductor. Perbedaan antara mikroprosesor dan mikrokontroler adalah pada mikrokontroler sudah termasuk RAM/ROM, I/O, dan periferil lainnya di dalam sebuah chip. Mikrokontroler sangat cocok digunakan untuk embedded system karena memungkinkan desain papan elektronik menjadi lebih kecil. Mikrokontroler juga banyak digunakan untuk instrumentasi industri dan pengontrol komunikasi data pada sistem kontrol terdistribusi [15, 16]. Contoh mikrokontroler yang banyak digunakan adalah keluarga AVR (ATmega, ATxmega, ATtiny), PIC, dan MCS-51.

2.4. Komunikasi Data Serial

a. UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

UART adalah suatu komunikasi serial yang mengkonversi data byte pada jalur paralel menjadi serial bit stream yang dapat dikirimkan pada sebuah jalur komunikasi. Ketika serial bit stream sampai pada UART yang lain (perangkat penerima), serial bit stream tersebut dikonversi kembali menjadi data byte. UART banyak

digunakan dalam embedded system untuk komunikasi serial seperti modul Wi-Fi, Bluetooth, RFID, dan modem GSM. UART dibangun dengan dua buah pin, yaitu TX (transmit) dan RX (receive) [17].

b. SPI (Serial Peripheral Interface)

SPI adalah komunikasi serial yang dibangun dengan tiga buah pin, yaitu Serial Data Output (SDO) untuk men-transmit 8 bit data serial, Serial Data Input (SDI) untuk menerima 8 bit data serial, dan Serial Clock (SCK) untuk sinkronisasi clock antar perangkat. Pada komunikasi SPI, perangkat yang dihubungkan bisa lebih dari dua dengan ketentuan satu perangkat master dan yang lain sebagai slave. Dalam hal ini, perangkat master membangkitkan clock dan memilih perangkat slave yang akan diajak berkomunikasi, sehingga hanya perangkat master dan perangkat slave yang dipilih yang dapat berkomunikasi pada satu waktu. Perangkat master memilih perangkat slave yang akan diajak berkomunikasi dengan mengirimkan sinyal Enable ke pin Chip Enable (CE) pada perangkat slave [16]. Contoh penggunaan komunikasi ini adalah untuk antarmuka mikrokontroler dengan SD Card.

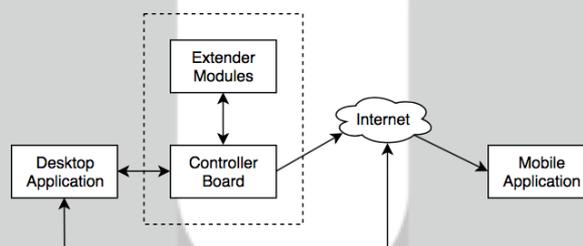
c. I2C (Inter-Integrated Circuit)

I2C adalah komunikasi serial yang dibangun dengan dua buah pin, yaitu Serial Clock (SCL) dan Serial Data (SDA). Ketika tidak ada data yang ditransfer, maka kedua pin ini di-pulled up ke level tegangan HIGH dengan resistor pull-up. Komunikasi serial ini mendukung komunikasi lebih dari dua perangkat dan komunikasi dua arah karena setiap perangkat dapat bertindak sebagai master. Setiap perangkat diprogram dengan alamat masing-masing dan pada saat suatu perangkat master mengirimkan data ke alamat tertentu, maka data akan melalui kedua pin komunikasi ini dan semua perangkat yang terhubung akan menerima data tersebut, tetapi hanya alamat yang dikirim yang dapat mengenali data tersebut [16]. Komunikasi ini biasanya digunakan untuk antarmuka mikrokontroler dengan perangkat real-time clock (RTC).

3. Perancangan dan Implementasi

3.1. Gambaran Umum Sistem

Adapun gambaran umum sistem terdiri dari aplikasi desktop, modul *extender*, papan pengontrol, server di internet, dan aplikasi mobile.



Gambar 1 Gambaran umum sistem

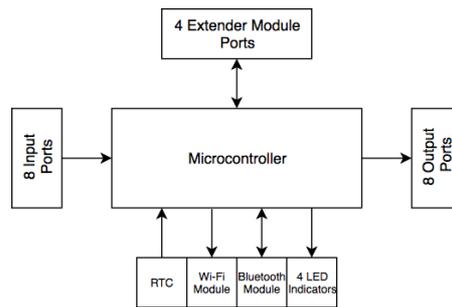
Berdasarkan gambaran umum sistem pada Gambar 1, fokus tugas akhir ini adalah papan pengontrol dan modul extender (blok yang dikelilingi oleh garis putus-putus). Adapun mekanisme sistem secara umum adalah sebagai berikut.

- Aplikasi desktop terhubung dengan papan pengontrol/controller melalui Bluetooth. Pada aplikasi desktop ini dilakukan konfigurasi terhadap papan pengontrol, yaitu mengaktifkan atau menonaktifkan kanal masukan tertentu dan mengaktifkan kanal keluaran tertentu pada rentang jam tertentu, berdasarkan kanal masukan tertentu, atau menonaktifkannya. Data konfigurasi tersebut juga dikirimkan oleh aplikasi desktop ke server untuk data antarmuka pada aplikasi mobile.
- Controller memeriksa sinyal pada masing-masing kanal masukan dan memberikan sinyal ON/OFF pada masing-masing kanal keluaran.
- Controller meminta log masing-masing modul extender yang terpasang, kemudian modul extender mengirimkan log aktivitasnya masing-masing ke controller. Controller dan modul extender berkomunikasi melalui komunikasi I2C.
- Controller mengirimkan status masing-masing kanal masukan dan keluaran berupa data log ke server. Controller juga meneruskan log aktivitas masing-masing modul extender ke server. Controller terkoneksi dengan server melalui jaringan Wi-Fi.
- Aplikasi mobile mengambil data log dan konfigurasi pada server dan menampilkannya.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

- Papan Pengontrol/Controller

Papan pengontrol dibuat berbasis mikrokontroler dan terdiri dari delapan kanal masukan, delapan kanal keluaran, empat kanal modul extender, Real-Time Clock, modul Wi-Fi, modul Bluetooth, dan empat indikator berupa LED.

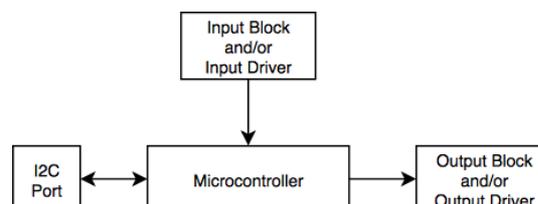


Gambar 2 Blok diagram papan pengontrol

- Mikrokontroler digunakan sebagai pusat kontrol dan proses. Mikrokontroler ini akan dioperasikan pada catuan daya DC 5 volt dengan clock 16 MHz.
- Delapan kanal masukan digunakan untuk menerima masukan sinyal-sinyal digital dengan batas tegangan sinyal DC 5 volt. Delapan kanal masukan ini akan terhubung secara langsung dengan mikrokontroler.
- Delapan kanal keluaran akan berupa relay di setiap kanalnya dengan batas beban yang ditentukan oleh spesifikasi relay tersebut. Relay-relay dikendalikan oleh driver dan driver tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler.
- Empat kanal modul extender digunakan untuk menghubungkan papan pengontrol/controller dengan modul extender. Controller akan terhubung dengan masing-masing modul extender melalui komunikasi I2C.
- RTC digunakan untuk menyediakan data waktu secara real-time. Mikrokontroler akan terhubung dengan melalui komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit).
- Modul Wi-Fi ini digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan server melalui jaringan Wi-Fi. Mikrokontroler akan terhubung dengan modul Wi-Fi ini melalui komunikasi serial UART.
- Modul Bluetooth ini digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan aplikasi desktop. Mikrokontroler terhubung dengan modul Bluetooth ini melalui komunikasi UART.
- Empat indikator berupa LED digunakan untuk menunjukkan status dari papan pengontrol/controller seperti sedang tercatu daya, sedang beroperasi, sedang dikonfigurasi, dan terkoneksi ke jaringan Wi-Fi.

b. Modul Extender

Modul extender adalah sebagai modul dengan fungsi tertentu yang dapat berdiri sendiri dan ketika dihubungkan dengan papan pengontrol dapat mengirimkan log aktivitasnya. Modul extender dibuat berbasis mikrokontroler sebagai pusat kontrol dan proses. Pada modul extender terdapat pula blok I/O seperti blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3. Modul extender terhubung dengan papan pengontrol/controller melalui kabel USB dengan komunikasi I2C.

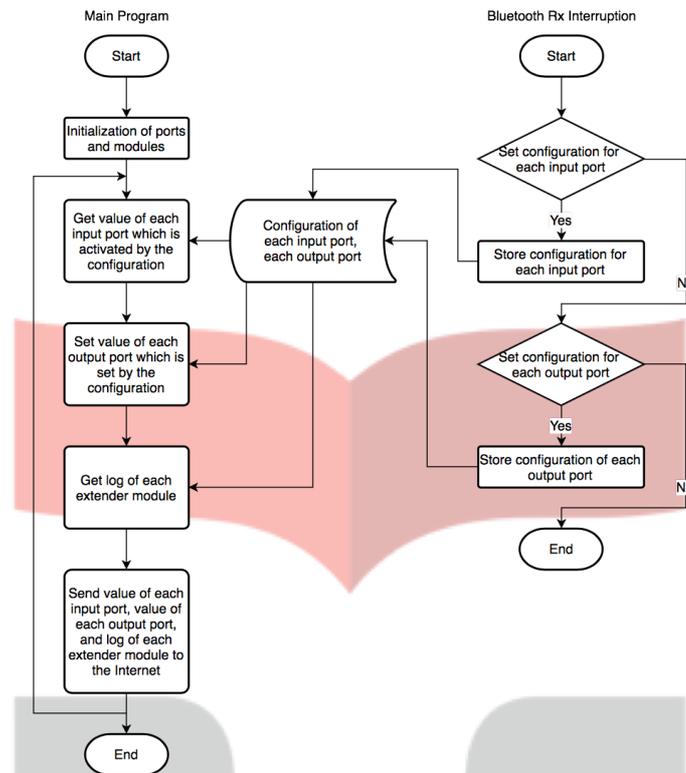


Gambar 3 Blok diagram modul extender secara umum

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak yang dilakukan adalah perancangan sistem operasi dari papan pengontrol/controller yang terdiri dari dua proses, yaitu proses program utama dan proses interupsi data yang diterima oleh Bluetooth seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Program utama terdiri dari inisialisasi setiap kanal dan modul, memuat konfigurasi dari penyimpanan internal/EEPROM, mendapatkan sinyal setiap kanal

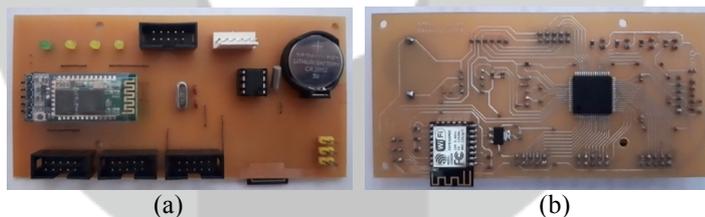
masukan, memberikan sinyal setiap kanal keluaran, mendapatkan log setiap modul extender, dan mengirimkan status setiap kanal masukan dan keluaran berupa data log ke server. Adapun interupsi data yang diterima oleh Bluetooth terdiri dari pemilihan kanal yang akan dikonfigurasi dan menyimpan konfigurasi tersebut ke penyimpanan internal/EEPROM.



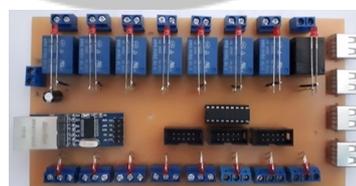
Gambar 4 Alur proses program utama dan interupsi RX Bluetooth

3.4. Implementasi

Papan pengontrol terdiri dari dua PCB (Printed Circuit Board), yaitu papan utama seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan papan I/O seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5 Papan utama (a) Bagian atas (b) Bagian bawah



Gambar 6 Papan IO

Pada papan utama terdapat:

- Mikrokontroler ATmega128 yang merupakan salah satu jenis mikrokontroler AVR 8-bit.
- Modul Wi-Fi ESP-12F yang berbasis prosesor ESP8266 32-bit.
- Modul Bluetooth HC-05 dengan spesifikasi berikut.
- IC RTC DS1307.
- Empat buah indikator berupa LED.

Pada papan kedua terdapat delapan kanal masukan, empat kanal modul extender, dan delapan kanal keluaran berupa relay di setiap kanalnya dan dikendalikan oleh relay driver. Adapun spesifikasi relay yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tegangan trigger koil	: 5 volt
Sensitivitas koil	: 0.36 watt
Tahanan koil	: 70-80 ohm
Kapasitas kontak	: 10A/250VAC, 10A/125VAC 10A/30VDC, 10A/28VDC

4. Pengujian dan Analisis

4.1. Pengujian Modul Bluetooth HC-05

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian koneksi modul Bluetooth dengan PC pada beberapa jarak tertentu. Pada setiap jarak yang ditentukan, dilakukan koneksi antara keduanya, kemudian pada PC dilakukan permintaan data kepada modul Bluetooth untuk menguji pengiriman data pada jarak tersebut dan ditampilkan pada PC. Waktu yang diukur adalah mulai dari permintaan oleh PC sampai dengan ditampilkannya data yang dikirimkan oleh modul Bluetooth.

Tabel 1 Pengujian koneksi HC-05

Jarak (meter)	Tanpa Penghalang		Terhalang Dinding dan Pintu	
	Dapat Terkoneksi	Waktu Respon (detik)	Dapat Terkoneksi	Waktu Respon (detik)
±1.2	Ya	0.48	Ya	0.61
±2.4	Ya	0.86	Ya	0.79
±3.6	Ya	1.46	Tidak	-
±4.8	Ya	0.99	Tidak	-
±6.0	Ya	-	Tidak	-
±7.2	Tidak	-	Tidak	-
±8.1	Tidak	-	Tidak	-

Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa modul Bluetooth HC-05 dapat terkoneksi dengan baik pada jarak maksimal ± 4.8 meter dengan kondisi tanpa penghalang dan ± 2.4 meter dengan kondisi terhalang dinding dan pintu. Adapun pada jarak ± 6 meter dengan kondisi tanpa penghalang dapat terkoneksi dengan kurang baik karena hanya dapat terkoneksi tetapi tidak dapat mengirimkan data. Pada Tabel 1 juga dapat dilihat pada beberapa data bahwa semakin jauh jarak koneksi, maka waktu respon semakin lambat.

4.2. Pengujian Pengiriman Data Konfigurasi

Pada pengujian ini, mikrokontroler diprogram untuk menerima data string tertentu yang terdapat pemisah “;” (titik koma) di dalamnya, kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk dibagi berdasarkan “;” (titik koma) tersebut, kemudian mengirimkan kembali hasil pembagian string tersebut ke PC dan ditampilkan di serial monitor Arduino IDE.

Tabel 2 Pengujian pengiriman data HC-05

Pengujian Ke-	Data String yang Dikirim oleh Serial Monitor Arduino IDE	Data String yang Ditampilkan oleh Serial Monitor Arduino IDE
1	“setids;1234567890;0;WIFI-SSID;12345678”	setids 1234567890 0 WIFI-SSID 12345678
2	“setinp;11110000”	setinp 11110000
3	“setout;2,17,5,0;2,17,5,1;1,17,18,0; 1,18,5,0; 0,17,5,0;0,17,5,0;0,17,5,0;0,17,5,0”	setout 2,17,5,0 2,17,5,1 1,17,18,0

		1,18,5,0
		0,17,5,0
		0,17,5,0
		0,17,5,0
		0,17,5,0

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2 adalah modul Bluetooth HC-05 berhasil menerima semua data yang dikirim oleh PC dan dibaca dan diolah oleh mikrokontroler. Melalui pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa papan pengontrol siap dikonfigurasi dengan menggunakan aplikasi desktop melalui komunikasi Bluetooth.

4.3. Pengujian Modul Wi-Fi ESP-12F

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian koneksi modul Wi-Fi ESP-12F dengan jaringan Hotspot pada smartphone pada beberapa jarak yang ditentukan. Modul Wi-Fi diprogram untuk terkoneksi dengan jaringan Hotspot terlebih dahulu, kemudian pada setiap jarak akan diperiksa apakah modul Wi-Fi masih terkoneksi dengan jaringan Hotspot atau tidak.

Tabel 3 Pengujian koneksi modul Wi-Fi ESP-12F

Jarak (meter)	Masih Terkoneksi dengan Kondisi	
	Tanpa Penghalang	Terhalang Dinding dan Pintu
±1.2	Ya	Ya
±2.4	Ya	Ya
±3.6	Ya	Ya
±4.8	Ya	Ya
±6.0	Ya	Ya
±7.2	Ya	Ya
±8.4	Ya	Ya
±18.0	Ya	Ya
±24.0	Tidak	Tidak

Tabel 3 menunjukkan bahwa modul Wi-Fi ESP-12F masih terkoneksi dengan baik pada jarak maksimal ±18 meter dengan kondisi tanpa penghalang maupun terhalang dinding dan pintu. Kondisi terhalang dinding dan pintu tidak mempengaruhi koneksi modul Wi-Fi ESP-12F dengan jaringan Hotspot.

4.4. Pengujian Pengiriman Log ke Server

ESP-12F dihubungkan dengan jaringan Wi-Fi yang tersedia. Mikrokontroler diprogram untuk mengirim data log berupa string ke ESP-12F melalui komunikasi UART. ESP-12F diprogram untuk menerima string tersebut dan mengirimkan data tersebut ke server internet dengan protokol HTTP dan request GET.

Tabel 4 Pengujian pengiriman log ESP-12F

Pengujian Ke-	Data yang Dikirim oleh Mikrokontroler	Data Terinput di Database
1	time: 2018-7-11+1:9:19 id: HS0001 data: 0000000000010000	time: 2018-07-11 01:09:19 id: HS0001 data: 0000000000010000
2	time: 2018-7-11+1:16:48 id: HS0001 data: 1100000011010000	time: 2018-07-11 01:16:48 id: HS0001 data: 1100000011010000
3	time: 2018-7-11+1:21:19 id: HS0001 data: 0000000000010000	time: 2018-07-11 01:21:19 id: HS0001 data: 0000000000010000
4	time: 2018-7-11+3:3:48 id: HS0001 data: 0000000000010000	time: 2018-07-11 03:03:48 id: HS0001 data: 0000000000010000

5	time: 2018-7-11+9:18:52	time: 2018-07-11 09:18:52
	id: HS0001	id: HS0001
	data: 0000000000000000	data: 0000000000000000

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4 adalah modul Wi-Fi ESP-12F berhasil menerima data yang dikirim oleh mikrokontroler dan mengolah data tersebut kemudian dikirim ke server internet dengan akurasi pengiriman data 100%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Papan pengontrol dapat dibuat berbasis embedded system dan dapat digunakan sebagai controller umum untuk sistem otomasi dan keamanan rumah dengan spesifikasi yang telah dituliskan pada bab sebelumnya.
- Papan pengontrol dapat dikonfigurasi dengan aplikasi desktop melalui Bluetooth pada jarak maksimal 4.8 meter tanpa penghalang dan 2.4 meter dengan terhalang dinding dan pintu. Adapun akurasi pengiriman data modul Bluetooth adalah 100%.
- Papan pengontrol dapat mengirimkan log aktivitasnya ke server melalui jaringan Wi-Fi pada jarak maksimal 18 meter dengan akurasi pengiriman data 100%.

Daftar Pustaka

- [1] Y. T. Park, P. Sthapit dan J.-Y. Pyun, "Smart Digital Door Lock for the Home Automation," dalam IEEE Region 10 Conference, 2009.
- [2] I. Kaur, "Microcontroller Based Home Automation System with Security," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. I, no. 6, pp. 60-65, 2010.
- [3] V. N, H. K. S, N. M. S, R. Umesh dan S. A. A. Kumar, "A Low Cost Home Automation System Using Wi-Fi Based Wireless Sensor Network Incorporating Internet of Things (IoT)," dalam International Advance Computing Conference, 2017.
- [4] S. Mohyuddin, Z. Anwar dan M. M. Ashraf, "A Programmable Logic Controller Based Power Factor Controller for Single Phase Induction Motor," International Journal of Engineering Science and Computing, pp. 4688-4690, 2017.
- [5] P. Visconti, P. Constantini dan G. Cavalera, "Design of electronic programmable board with user-friendly touch screen interface for management and control of thermosolar plant parameters," dalam International Conference on Environment and Electrical Engineering, 2015.
- [6] M. Bharani, S. Elango, S. M. Ramesh dan R. Preetilatha, "An Embedded System Based Smart Sensor Interface for Monitoring Industries using Real Time Operating System (RTOS)," International Journal of Advanced Information and Communication Technology, pp. 496-498, 2014.
- [7] M. E. Rida, F. Liu dan Y. Jadi, "Design Mini-PLC based on ATxmega256A3U-AU Microcontroller," dalam International Conference on Information Science, Electronics and Electrical Engineering, 2014.
- [8] M. Avhad, V. Divekar, H. Golatkar dan S. Joshi, "Microcontroller based Automation system using Industry standard SCADA," dalam Annual IEEE India Conference, 2013.
- [9] S. Anwaarullah dan S. V. Altaf, "RTOS based Home Automation System using Android," International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, pp. 480-484, 2013.
- [10] W. HuiJiao, Z. Wang dan H. Jie, "An Embedded Environmental Control System Based on Small RTOS," dalam IEEE International Conference on Intelligent Computing and Integrated Systems, 2011.
- [11] S. S. Pawar dan P. C. Bhaskar, "Design and Development of ARM based Real-Time Industry Automation System using GSM," International Research Journal of Engineering and Technology, pp. 800-805, 2015.
- [12] S. Pinto, J. Pereira, D. Oliveira, F. Alves, E. Qaralleh, M. Ekpanyapong, J. Cabral dan A. Tavares, "Porting SLOTH System to FreeRTOS running on ARM Cortex-M3," dalam International Symposium on Industrial Electronics, 2014.
- [13] D. Gawali dan V. K. Sharma, "FPGA Based Micro-PLC Design Approach," dalam International Conference on Advances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies, 2009.
- [14] J.-H. Su, C.-S. Lee dan W.-C. Wu, "The Design and Implementation of a Low-cost and Programmable Home Automation Module," IEEE Transactions on Consumer Electronics, pp. 1239-1244, 2006.
- [15] Universitas Gunadarma, Buku Ajar Sistem Tertanam, Depok: Universitas Gunadarma, 2010.
- [16] F. Zappa, Microcontrollers. Hardware and Firmware for 8-bit and 32-bit devices, Bologna: Societa Editrice Esculapio, 2017.