

PROTOTYPE SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN ESP8266 BERBASIS ANDROID PADA LAB ICT UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Thoha Cahya Ash Shoddiqy^{1*}, Gunawan Pria Utama²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}thohacahya@gmail.com, ²gunawan.priautama@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak- Manusia sangat membutuhkan sistem keamanan dimanapun mereka berada. Sistem keamanan saat ini kebanyakan memakai kunci konvensional, CCTV, alarm anti maling, dll. Tetapi sistem tersebut memiliki kekurangan dan masih belum menjadi suatu sistem keamanan yang lengkap. Lab ICT Universitas Budi Luhur saat ini hanya menggunakan kunci manual untuk keamanan ruangan hal ini membuat petugas lab merasa tidak tenang saat meninggalkan ruangan dalam keadaan kosong karena berpotensi terjadi tindak pencurian terhadap aset-aset yang ada didalam lab. Untuk mengatasi potensi terjadinya tindak kriminal pencurian di lab ICT, maka dibutuhkan sistem keamanan ekstra yang dapat memberikan aksi secara langsung terhadap pelaku pencurian saat tindakan itu terjadi. Sistem keamanan ini berbasis IoT dan dirancang dalam bentuk *prototype* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang diletakan didalam ruangan lab untuk mendeteksi pencuri yang masuk, lalu motor *servo* akan menggerakkan pintu keamanan untuk mengurung pencuri didalam ruangan lab sehingga dapat dengan mudah ditangkap oleh petugas berwenang. Pengontrolan sistem bisa dilakukan dari jarak yang jauh melalu aplikasi *android*. Dalam pengujian, sensor dapat mendeteksi objek dijarak yang sudah diatur melalui aplikasi serta mengirim notifikasi ketika ada yang terdeteksi. Dalam penelitian ini sistem dapat berjalan dengan baik sesuai harapan, dengan memiliki persentase error dari jarak deteksi dan jarak sebenarnya antara 0,6% sampai 14%.

Kata Kunci: sistem keamanan, laboratorium, ESP8266, sensor ultrasonik

BUDI LUHUR UNIVERSITY ICT LAB SECURITY SYSTEM USING NODEMCU ESP8266 MICROCONTROLLER AND ANDROID-BASED ULTRASONIC SENSORS

Abstract- *Humans really need a security system wherever they are. Today's security systems mostly use conventional locks, CCTV, anti-theft alarms, etc. But the system has shortcomings and is still not a complete security system. The Budi Luhur University ICT Lab currently only uses manual keys for room security, this makes the lab staff feel uneasy when leaving the room empty because of the potential for theft of assets in the lab. To overcome the potential for criminal acts of theft in the ICT lab, an extra security system is needed that can provide direct action against the perpetrators of theft when the action occurs. This security system is IoT-based and designed in prototype form using the HC-SR04 ultrasonic sensor which is placed in the lab room to detect incoming thieves, then the servo motor will move the security door to lock the thief in the lab room so that it can be easily caught by the authorities. System control can be done remotely through the android application. In testing, the sensor can detect objects at a distance that has been set through the application and send notifications when something is detected. In this study the system can run well as expected, with a percentage error of the detection distance and the actual distance between 0,6% to 14%.*

Keywords: *security system, laboratory, ESP8266, ultrasonic sensor*

1. PENDAHULUAN

Dimanapun manusia berada mereka sangat membutuhkan yang namanya sistem keamanan. Dalam kehidupan manusia serta berorganisasi merasa aman merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting sehingga tidak membebani fikiran manusia dari rasa keresahan dan khawatiran [1], [2], [3].

Setiap gedung perusahaan atau perkantoran pastinya memiliki sistem keamanan yang sudah dipasang pada setiap ruangan. Sistem keamanan saat ini kebanyakan hanya menggunakan kunci konvensional, *Close Circuit Television* (CCTV), alarm anti maling, dan lain-lain. Sistem keamanan tersebut masih memiliki keterbatasan dan belum menjadi suatu sistem keamanan yang lengkap. Begitupun yang dialami di Lab ICT Terpadu.

Lab ICT Terpadu merupakan laboratorium komputer yang bertujuan untuk menunjang mata kuliah praktikum di Universitas Budi Luhur yang dikelola dibawah Direktorat Teknologi Informasi dan didalam naungan Yayasan Universitas Budi Luhur. Lab ICT Terpadu memiliki 15 ruangan, terdiri dari 12 ruang laboratorium komputer, 1 ruang asisten, 1 ruang staf dan kepala lab, dan 1 ruangan server. Untuk saat ini ruangan yang dimiliki Lab ICT Terpadu tidak memiliki keamanan yang khusus, keamanan yang ada hanya menggunakan kunci manual, diharap

dapat menjaga barang-barang didalamnya. Namun penggunaan kunci manual tidak sepenuhnya aman, hal ini membuat petugas lab tidak merasa tenang saat meninggalkan ruangan ketika dalam keadaan kosong. Oleh sebab itu perlu ada sistem keamanan yang bukan sekedar memantau ruangan saja melainkan dapat juga memberikan tindakan secara nyata saat pencurian itu terjadi disaat tidak ada petugas yang jaga. Bersamaan dengan itu sistem dapat memberikan notifikasi ke aplikasi berbasis *android* yang telah dihubungkan ke sistem melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat segera menerima informasi yang dikirimkan oleh sistem.

Studi yang membahas tentang sistem keamanan ruangan rata-rata menggunakan metode pengembangan *prototyping*. Metode ini dilakukan oleh Mirza Faturrachman dan Indra Yustiana [4] menghasilkan *prototype* keamanan pintu yaitu “Sistem Keamanan Pintu Rumah dengan Sidik Jari Berbasis *Internet of Things* (IoT)”, Basri Albar, Arisandy Ambarita, dan Adelina Ibrahim [5] menghasilkan *prototype* keamanan laboratorium yaitu “Sistem Keamanan Ruang Laboratorium Politeknik Sains dan Teknologi Wiratama Maluku Utara Menggunakan Sensor PIR (*Passive Infra-Red*) dengan Metode Pengembangan *Prototyping* Berbasis Mikrokontroler *ATmega328*”, dan A.Farha Adella *et al.* [6] yang menghasilkan “Pintu Otomatis Berbasis *Ultrasonic Internet of Things*”. Dari penelitian terdahulu penggunaan metode *prototyping* merupakan metode yang efektif dalam penelitian yang menggunakan mikrokontroler dalam pengembangan sistemnya.

Dalam penelitian peneliti membuat *prototype* sistem keamanan lab berbasis *internet of things* (IoT) yang dimana IoT dapat didefinisikan secara singkat yaitu objek-objek elektronik atau mesin yang dapat saling berkomunikasi satu sama lain melalui internet dalam jarak berapapun [7], [8]. Penelitian ini menggunakan nodeMCU esp8266 yang bekerja sebagai prosesor yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi gerakan dari pelaku pencurian didalam ruangan lab, dan motor *servo* untuk mengendalikan pintu keamanannya. NodeMCU adalah papan elektronik berbasis cip ESP8266 yang dapat bertindak sebagai mikrokontroler dan terhubung ke internet (WLAN). NodeMCU umumnya digunakan dalam membangun sistem berbasis IoT, dilengkapi dengan banyak pin I/O yang dapat diperluas untuk memantau dan mengontrol proyek IoT. Sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek ke sensor dengan menggunakan pantulan gelombang suara frekuensi tinggi yang tidak dapat didengar oleh manusia.

Sistem keamanan ini menggunakan komunikasi jarak jauh yaitu menggunakan jaringan internet dan terhubung ke perangkat *android* sebagai *controller*, hal ini dapat membantu petugas lab untuk memantau serta menerima notifikasi dan mengendalikan sistem keamanan dari mana saja saat tidak berada di laboratorium.

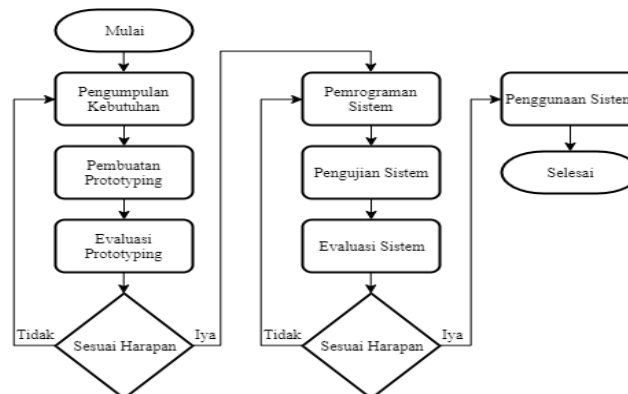
Tujuan dari penelitian ini ialah mengurangi kekhawatiran petugas lab saat meninggalkan ruangan lab dan memberikan kemudahan dalam mengontrol ruangan dari jarak yang jauh. Sistem juga berperan menjadi sistem keamanan ekstra yang tidak hanya memantau ruangan melainkan juga dapat memberikan tindakan secara nyata kepada pelaku pencurian ketika memasuki ruangan lab, sehingga pencuri tersebut dapat dengan mudah ditangkap oleh petugas keamanan.

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan pada ruangan-ruangan lab ICT Universitas Budi Luhur saat tidak ada orang atau petugas yang berjaga.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Penerapan Metode

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode *prototyping* dalam membangun sistem keamanan. Metode juga memiliki beberapa tahap yaitu pengumpulan kebutuhan, pembuatan *prototyping*, evaluasi *prototyping*, pemrograman sistem, pengujian sistem, evaluasi sistem, dan penggunaan sistem. Untuk mempermudah urutan metode dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode *Prototyping*

2.1.1 Pengumpulan Kebutuhan

Pada tahap awal akan dilakukan pengidentifikasian sistem dari menentukan peralatan dan bahan serta seperti apa sistem akan dibuat nantinya.

2.1.2 Pembuatan *Prototyping*

Setelah indentifikasi selesai dan seluruh bahan yang dibutuhkan terpenuhi maka akan dibuat *prototype* awal untuk merakit serta mengatur *input* dan *output*.

2.1.3 Evaluasi *Prototyping*

Disini akan dilakukan pengecekan ulang apakah bahan-bahan *prototype* sudah lengkap atau belum serta melihat *prototype* apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan. Jika belum maka akan mengulang ke tahap yang pertama.

2.1.4 Pemrograman Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pemrograman *prototype* dan juga pemrograman kontroler dari *prototype* agar menjadi suatu sistem yang utuh.

2.1.5 Pengujian Sistem

Dilakukan pengujian terhadap sistem yang sudah di program. Untuk melihat keseluruhan dari fungsi sistem yang telah diberikan.

2.1.6 Evaluasi Sistem

Jika pada saat pengujian masih ditemukannya kegagalan saat menjalankan perintah yang diberikan atau masih terdapat ketidaksesuaian dari apa yang diharapkan maka dilakukan perbaikan program.

2.1.7 Penggunaan Sistem

Setelah melewati semua tahapan yang ada sistem keamanan siap untuk digunakan.

2.2 Rancangan Alat

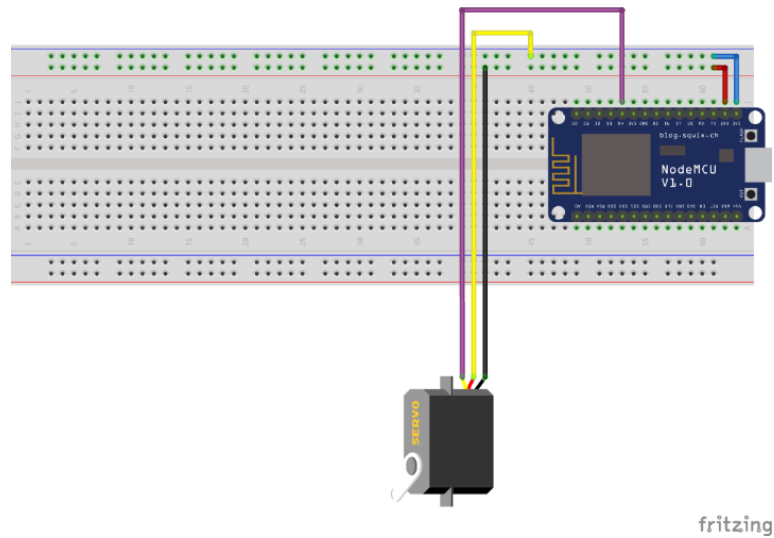
Pada bagian ini akan dijelaskan sambungan pin rangkaian dari alat-alat yang digunakan di NodeMCU ESP8266. Sehingga *prototype* yang dibuat menjadi satu sistem yang saling terhubung satu sama lain. Tabel 1 dibawah ini menunjukkan alat apa saja yang digunakan dalam *prototype*.

Tabel 1. Alat

No.	Alat	Keterangan
1.	NudeMCU ESP8266	Berfungsi sebagai otak yang mengontrol semua komponen yang terhubung.
2.	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Berfungsi untuk mendeteksi pergerakan objek pada jarak yang sudah ditentukan.
3.	Motor <i>Servo</i>	Berfungsi untuk menggerakkan pintu perangkap.
4.	Kabel <i>Jumper</i>	Berfungsi untuk menghubungkan rangkaian ke NucleoMCU.

2.2.1 Rangkaian Motor *Servo*

Motor *servo* terdiri dari 3 pin yaitu gnd, vcc, dan pin data/perintah. Warna-warna kebel pada motor *servo* merupakan penanda pin. Pada umumnya kabel warna hitam/coklat adalah gnd, kabel warna merah adalah vcc, dan kabel warna oranye/kuning adalah pin data. Rancangan motor *servo* dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



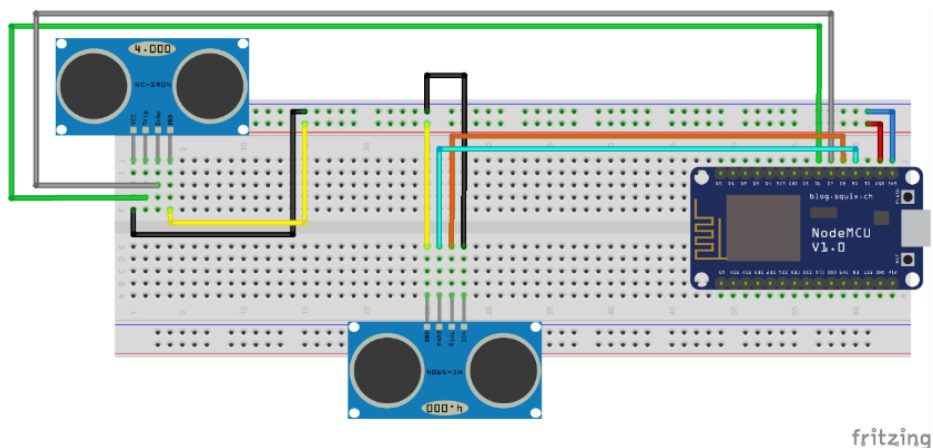
Gambar 2. Rangkaian Motor *Servo*

Penjelasan dari rangkaian:

- a. Kabel oranye/kuning *servo* ke pin D4 NudMCU
- b. Kabel hitam/coklat *servo* (Gnd) ke pin Gnd NudMCU
- c. Kabel merah *servo* (Vcc) ke pin 3v3 NudMCU

2.2.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04. Terdapat dua komponen penting yang dimiliki HC-SR04 yaitu *transmitter* dan *receiver*. Cara kerjanya ialah *transmitter* akan memancarkan gelombang suara dengan frekuensi 40 kHz kemudian *receiver* akan bertugas untuk menangkap gelombang yang dipantulkan kembali oleh objek yang berada tepat didepan sensor [9]. Jarak deteksi HC-SR04 minimal 2 cm dan maksimal 4 meter [10]. Terdapat empat pin di HC-SR04 yaitu *vcc*, *trigger*, *echo*, dan *gnd*. Pin digunakan untuk memancarkan gelombang suara ultrasonik sedangkan pin *echo* berfungsi untuk menangkap pantulan gelombang yang kembali. HC-SR04 bekerja pada tegangan 5V DC dengan arus 15mA. Pada penelitian ini peneliti menggunakan dua sensor ultrasonik. Lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Ultrasonik

Penjelasan dari rangkaian :

- a. Sensor 1 :
 1. Pin *trigger* sensor 1 ke pin D5 NudMCU
 2. Pin *echo* sensor 1 ke pin D6 NudMCU
- b. Sensor 2 :
 1. Pin *trigger* sensor 2 ke pin D7 NudMCU
 2. Pin *echo* sensor 2 ke pin D8 NudMCU
- c. Gnd ke dua sensor ke pin Gnd NudMCU

d. Vcc ke dua sensor ke pin 3v3 NudemcU

Supaya HC-SR04 dapat berfungsi, pin *trigger* akan diberikan tegangan positif selama 10 *microsecond* (μ s), dengan begitu sensor bisa mengirim gelombang suara ultrasonik. Kecepatan gelombang suara ialah 340 m/s, dalam mengukur jarak 1 cm (0,01 m) membutuhkan waktu $0,01/340 = 0,0000294$ (29,4 μ s), karena gelombang melakukan perjalanan sebanyak 2x ketika pergi dan kembali maka dalam 1 cm memerlukan waktu $29,4 \mu\text{s} \times 2 = 58,8 \mu\text{s}$. Untuk mengukur jarak objek dengan sensor, dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

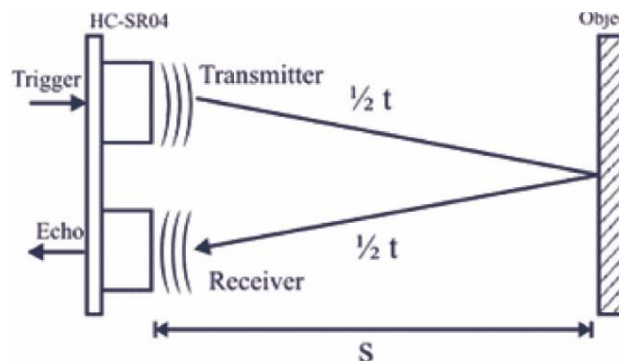
$$S = \frac{t}{58,8 \mu\text{s}} \quad (1)$$

Penjelasan rumus :

S = jarak antara sensor dan objek

t = waktu tempuh dari *transmitter* ke *receiver* (μ s)

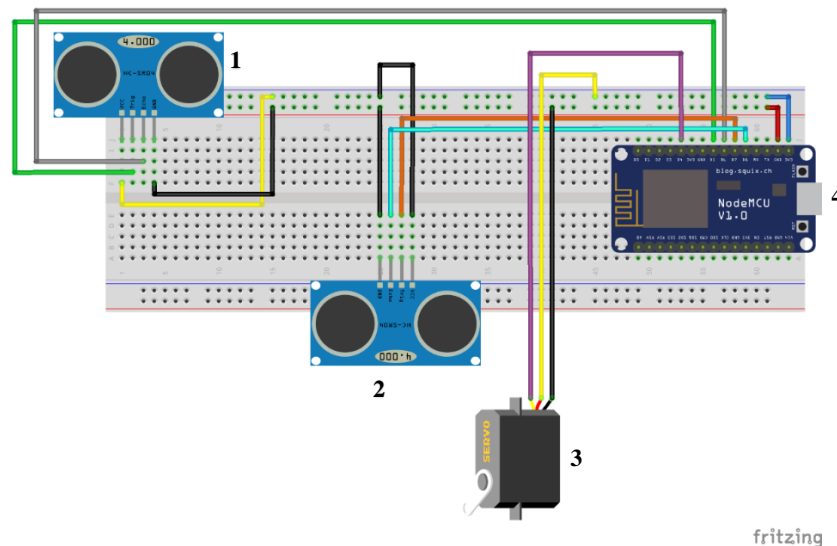
Untuk lebih jelasnya prinsip kerja dari sensor dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Prinsip Kerja HC-SR04

2.2.3 Rangkaian Keseluruhan

Semua rangkaian diatas sekarang akan dirakit menjadi satu. Setelah itu rangkaian akan diperiksa kembali apakah ada kesalahan dalam pemasangan pin pada NudemcU ESP8266. Pada Gambar 5 merupakan rangkaian utuh dari sistem keamanan.



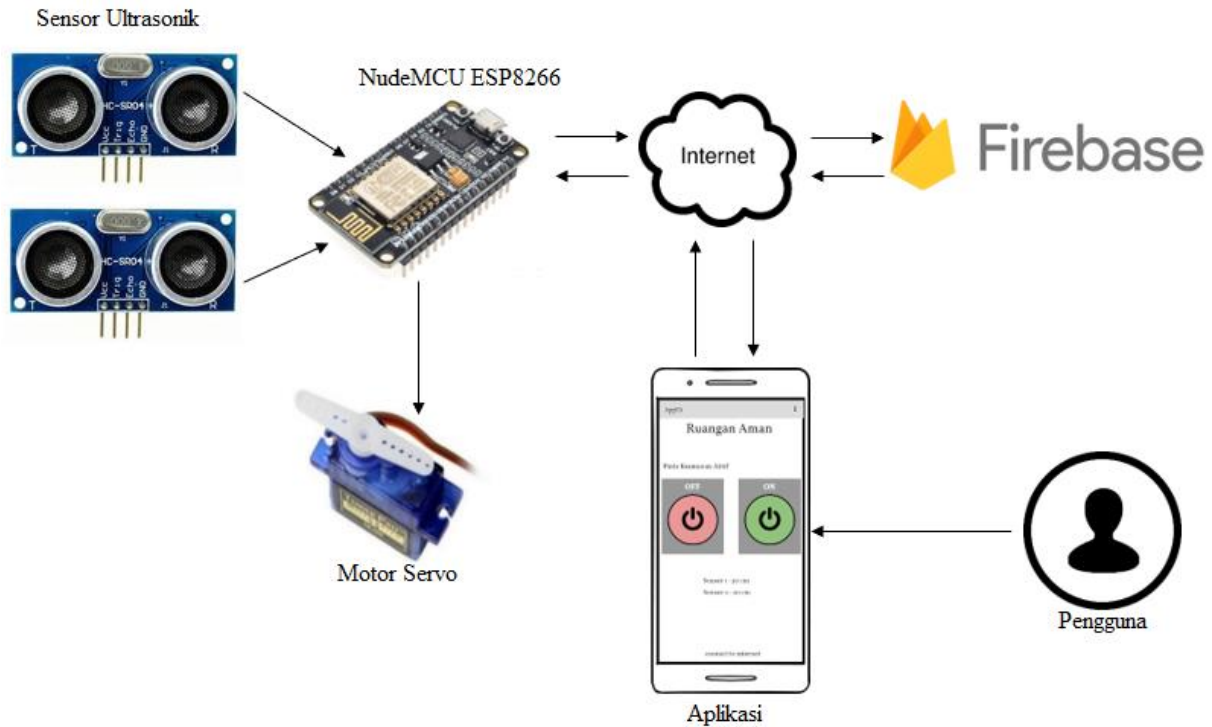
Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Alat

Dilihat pada gambar diatas komponen bernomor 1 dan 2 merupakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang berfungsi sebagai alat pendeteksi gerak, nomor 3 merupakan motor *servo* yang berfungsi sebagai penggerak pintu pengurung agar pelaku kejahatan terkurung didalam ruangan, dan komponen bernomor 4 adalah esp8266 yang berfungsi sebagai prosesor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Kerja Sistem Keamanan

Pada rancangan kerja sistem keamanan ini akan dijelaskan bagaimana nantinya sistem keamanan akan bekerja. Alur hubungan antara alat dan kontroler melalui internet dapat dilihat pada Gambar 6.



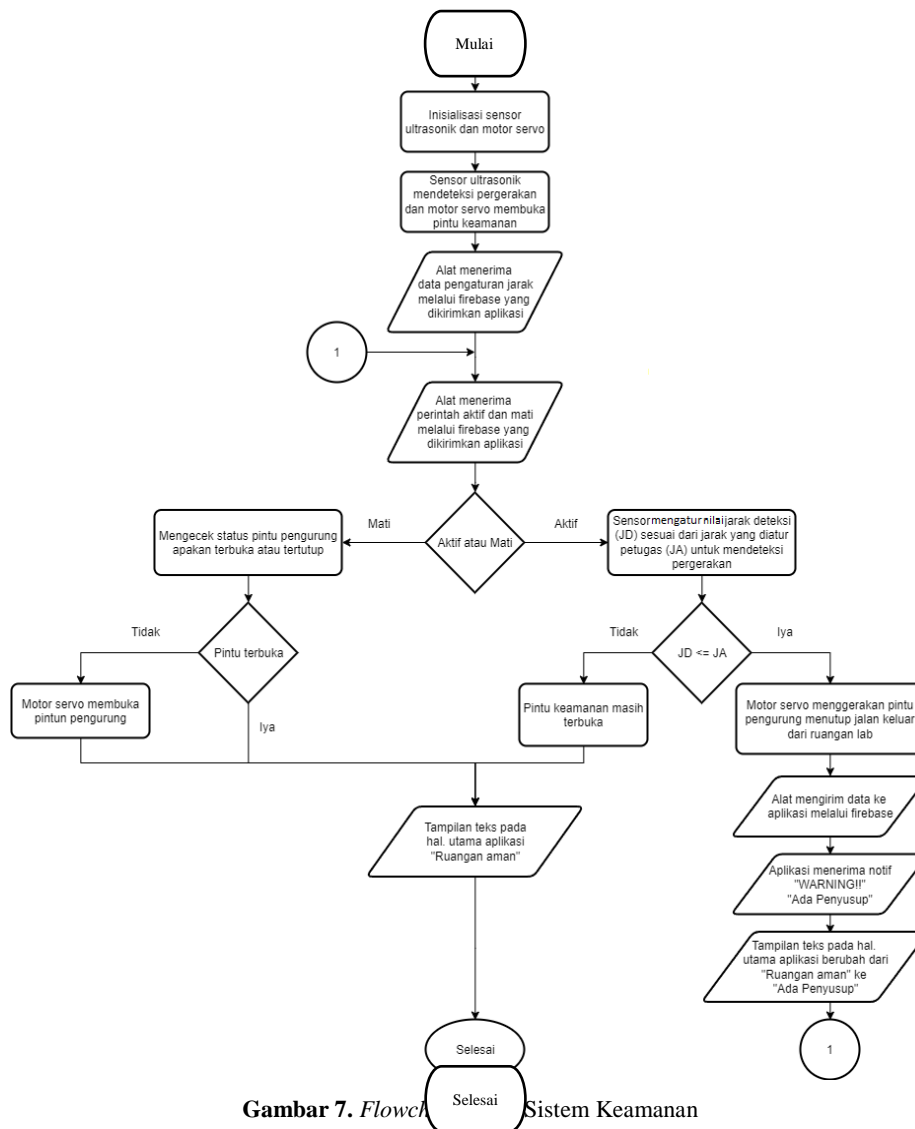
Gambar 6. Arsitektur Rancangan Sistem Keamanan

3.1.1 Prinsip Kerja Sistem Keamanan

Sistem keamanan ini bekerja untuk menjaga ruangan laboratorium menggantikan petugas lab ICT saat ruangan lab ditinggal dalam keadaan kosong seperti saat pulang kerja atau hari libur yang dimana petugas tidak bisa berada terus di ruangan lab selama 24 jam untuk memantau.

Sistem keamanan ruangan laboratorium ini sangat membutuhkan jaringan internet, supaya alat dan juga aplikasi *android* dapat berkomunikasi dengan baik. Aplikasi disini berperan sebagai pengendali serta monitoring jarak jauh dari sistem keamanan.

Tahap pertama sistem akan dikendalikan secara manual oleh petugas lab, sistem dapat dimatikan dan aktifkan melalui aplikasi yang sudah terinstal di perangkat android petugas lab. Setelah perintah aktif dikirim melalui aplikasi dan disimpan didalam *firebase*, alat akan mengambil perintah aktif itu dari *firebase* dan mengaktifkan fungsi dari sistem keamanan. Setelah sistem keamanan aktif alat akan bekerja secara otomatis menganalisa situasi ruangan saat itu secara terus-menerus. Disini sensor ultrasonik akan selalu mendeteksi apakah ada atau tidak suatu pergerakan didalam ruangan laboratorium dijarak yang sudah ditentukan terhadap sensor oleh petugas lab. Saat sensor mendeteksi ada maling didalam ruangan lab, secara otomatis motor *servo* akan menggerakkan pintu pengurung menutup jalan keluar dari ruangan lab agar maling terperangkap didalam ruangan selanjutnya alat mengirimkan notifikasi ke aplikasi *android* yang dimiliki oleh petugas lab memberitahukan bahwa ada penyusup yang memasuki ruangan lab. Dengan begitu petugas lab bisa langsung menghubungi pihak keamanan untuk segera menangkap pelaku yang sedang terkurung didalam ruangan laboratorium. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7. Flowchart Sistem Keamanan

3.2 Pengujian

3.2.1 Pengujian Akurasi Jarak Sensor

Di pengujian ini peneliti menggunakan peralatan sederhana dalam melakukan pengukuran akurasi jarak sensor ultrasonik dengan jarak sebenarnya menggunakan penggaris sepanjang 16 cm. Sensor ultrasonik diatur untuk mendeteksi objek sampai jarak 9 cm. Benda yang digunakan sebagai indikator jarak adalah kotak kecil yang diletakan pada jarak tertentu pada penggaris. Pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik

3.2.2 Pengujian Deteksi Sensor Pada *Prototype*

Pengujian ini dilihatkan hasil dari sistem ketika sudah dirangkai dalam bentuk *prototype*. Rangkaian disusun sedemikian rupa menyesuaikan bentuk ruangan yang sebenarnya. Sehingga dapat dilihat gambaran penyusunan sistem jika diimplementasikan. Gambar 9 menunjukkan rangkaian sistem.



Gambar 9. Rangkaian Sistem

Selanjutnya akan diperlihatkan kondisi saat pintu keamanan masih terbuka dan saat pintu keamanan sudah tertutup. keduanya dapat dilihat pada Gambar 10.



(a)



(b)

Gambar 10. (a) Pintu Keamanan Terbuka, (b) Pintu Keamanan Tertutup

3.2.3 Analisa Hasil Pengujian

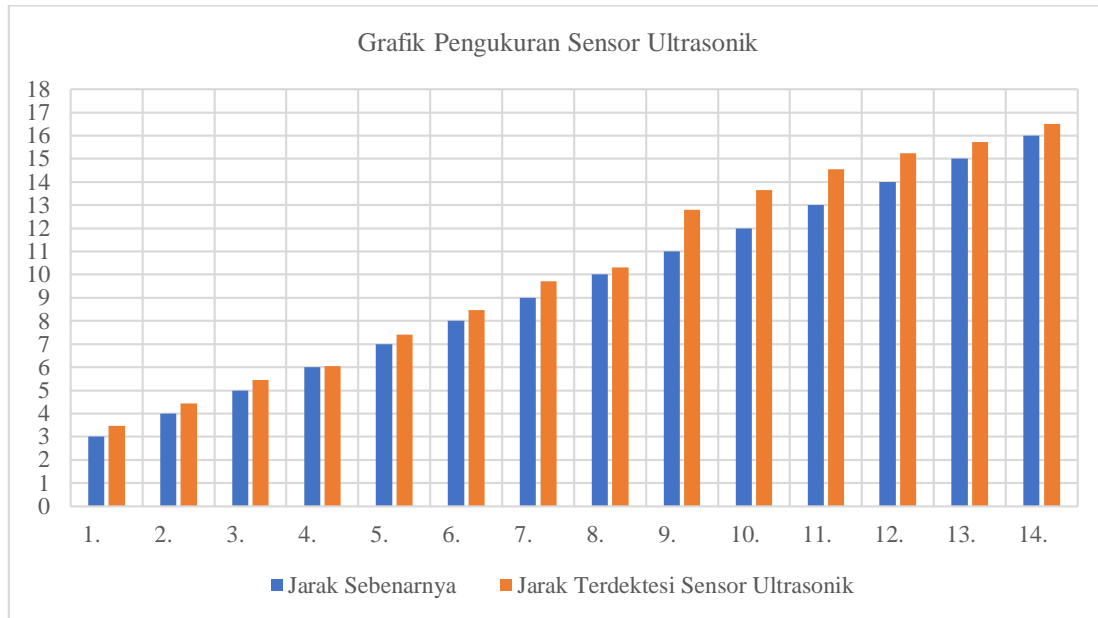
Dibawah ini merupakan perhitungan dari pengujian yang telah dilakukan dalam mengukur akurasi jarak sensor. Hasil dapat dilihat pada Table 2 dan Gambar 11.

$$Error \% = \frac{(\text{Jarak yang diukur} - \text{Jarak sebenarnya}) \times 100}{\text{Jarak yang diukur}} \quad (2)$$

Tabel 2. Pengujian

Ukur Ke	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Terdeteksi Sensor Ultrasonik (cm)	Error	Status Servo
1	3	3,47	13,5447 %	Gerak
2	4	4,44	9,9099 %	Gerak
3	5	5,44	8,0882 %	Gerak
4	6	6,04	0,6623 %	Gerak
5	7	7,40	5,4054 %	Gerak
6	8	8,47	5,549 %	Gerak
7	9	9,72	7,4074 %	Gerak
8	10	10,32	3,1008 %	Diam

9	11	12,80	14,0625 %	Diam
10	12	13,65	12,0879 %	Diam
11	13	14,54	10,5915 %	Diam
12	14	15,25	8,1967 %	Diam
13	15	15,73	4,6408 %	Diam
14	16	16,51	3,089 %	Diam



Gambar 11. Grafik Pengujian

Hasil pengujian sensor ultrasonik terlihat pada tabel dan grafik memiliki perbandingan antara jarak sebenarnya dan jarak terhadap objek rentang error antara 0,6% sampai dengan 14%. Rentang error yang terjadi merupakan data yang belum seutuhnya akurat hal ini dikarenakan kurangnya peralatan yang memadai untuk mengukur akurasi pasti dari sensor, peralatan yang digunakan peneliti telah disebutkan pada poin 3.2.1 diatas. Akan tetapi dilihat dari fungsi yang dimiliki oleh pintu keamanan, semua komponen dan sistem berjalan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pembuatan sistem keamanan menggunakan sensor ultrasonik dan motor *servo* berbasis aplikasi *android* sebagai kontroler dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem ini sangat bergantung pada jaringan internet/wifi, jika tidak adanya koneksi ke jaringan internet maka sistem akan sangat sulit untuk dikontrol.
- Dari hasil pengujian pada model maka didapat rentang error dari sistem antara 0,6% sampai dengan 14%.
- Sistem dapat berjalan dengan semestinya setelah melalui tahapan percobaan.

Setelah melakukan percobaan dan hasil yang didapatkan, masih terdapat kekurangan pada sistem keamanan. Adapun saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan selanjutnya ialah :

- Menambahkan kamera pada sistem keamanan agar saat terjadinya pencurian identitas dari pelaku dapat ketahuan.
- Diharap agar peneliti selanjutnya dapat membuat sistem berbasis web agar tidak diperlukannya penginstalan aplikasi pada perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Supriyanto, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Laboratorium TI Menggunakan Sensor Passive Infrared Berbasis Arduino," *J. Sains dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 101–105, Nov. 2017.
- [2] R. Genaldo, T. Septyawan, A. Surahman, and P. Prasetyawan, "Sistem Keamanan Pada Ruang Pribadi Menggunakan

- Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 13–19, 2020.
- [3] I. Mahdi, “Rancangan Bangun Sistem Pendeteksi Penyusup Menggunakan Sensor Passive Infrared Dengan Bunyi,” *J. TeknoSAINS Seri Tek. Komput.*, p. 12, 2018, [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/1045/>.
- [4] M. Faturrachman and I. Yustiana, “Sistem Keamanan Pintu Rumah dengan Sidik Jari Berbasis Internet Of Things (IOT),” *J. Tek. Inform.*, vol. 06, no. 02, pp. 379–385, Dec. 2021, doi: 10.54367/jtiust.v6i2.1517.
- [5] B. Albar, A. Ambarita, and A. Ibrahim, “Sistem Keamanan Ruang Laboratorium Politeknik Sains dan Teknologi Wiratama Maluku Utara Menggunakan Sensor PIR (Passive Infra Red) dengan Metode Pengembangan Prototyping Berbasis Mikrokontroler ATmega328,” *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 80–87, Jul. 2019, doi: 10.47324/ilkominfo.v2i2.34.
- [6] R. M. E. Tama, H. Hermawan, and H. I. Pratiwi, “Rancang Bangun Sistem Kunci Pintu Digital Berbasis Arduino Mega 2560,” *WIDYAKALA J.*, vol. 5, no. 2, p. 137, Feb. 2019, doi: 10.36262/widyakala.v5i2.83.
- [7] A. F. Adella, M. Fardika, P. Putra, F. Taufiqurrahman, and A. B. Kaswar, “Pintu Otomatis Berbasis Ultrasonic Internet Of Things,” *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 3, pp. 80–84, 2020, doi: <https://doi.org/10.26858/mediaelektrik>.
- [8] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, “Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Tek. Inform.*, p. 3, 2019, [Online]. Available: <http://repository.unim.ac.id/265/>.
- [9] B. Setyawan, S. Andryana, and W. Winarsih, “Sistem Deteksi Menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino mega 2560 dan Processing untuk Sistem Keamanan Rumah,” *J I M P - J. Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 3, no. 3, pp. 15–20, 2018, doi: 10.37438/jimp.v3i3.183.
- [10] H. Setiawan, D. M. Permana, and A. F. Handoko, “Aplikasi Keamanan Pintu Berbasis Arduino Uno R3 Atmega 328p Menggunakan Fingerprint Dan Ultrasonik,” *J. Bangkit Indones.*, vol. 8, no. 1, pp. 34–38, 2019, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v8i1.145.