


Prototipe Kendali Lampu dan Pintu Garasi Menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan *Blynk*

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v15i2.2884>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC) 

Ita Rasmala Dewi¹, Febriyansyah Ramadhan^{2*}, Naufal Febianto³

¹Teknik Industri, Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia

²Sistem Komputer, Universitas Indonesia Membangun, Bandung, Indonesia

³Sistem Komputer, Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia

*e-mail Corresponding Author: febriyansyah.ramadhan@inaba.ac.id

Abstract

Garage system automation has become essential to enhance security and energy efficiency. This study aims to design and implement a prototype of a lighting and garage door control system based on the NodeMCU ESP8266 integrated with the Blynk application. The research method includes hardware design using ultrasonic and PIR sensors, as well as software development based on the Internet of Things. System testing was conducted using black-box testing to verify system functionality and delay testing to measure response time. The results show that the ultrasonic sensor can detect objects up to 20 cm, while the PIR sensor detects motion up to 53 cm, with a relatively fast and stable system response, achieving an average error rate of 3.54% for the ultrasonic sensor. The system is capable of activating lights, opening the garage door using a servo motor, and sending real-time notifications. Therefore, the developed system is proven effective in improving security and energy efficiency, as well as enabling remote control.

Keywords: Automatic control; Internet of Things; NodeMCU ESP8266; PIR sensor; Ultrasonic sensor

Abstrak

Otomatisasi sistem garasi menjadi kebutuhan penting dalam meningkatkan aspek keamanan dan efisiensi energi. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem kendali lampu dan pintu garasi berbasis *NodeMCU ESP8266* yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras menggunakan sensor ultrasonik dan sensor PIR serta pengembangan perangkat lunak berbasis *Internet of Things*. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black-box testing* untuk memverifikasi fungsi sistem serta uji *delay* untuk mengukur waktu *respons*. Hasil pengujian menunjukkan sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek hingga jarak 20 cm dan sensor PIR hingga 53 cm, dengan waktu *respons* sistem yang relatif cepat dan stabil, serta rata-rata error sebesar 3,54% pada sensor ultrasonik. Sistem mampu mengaktifkan lampu, membuka pintu garasi melalui motor servo, serta mengirim notifikasi secara *real-time*. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi energi serta mendukung kendali jarak jauh.

Kata kunci: Kendali otomatis; Internet of Things; NodeMCU ESP8266; Sensor PIR; Sensor ultrasonik

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam penerapan sistem otomatisasi pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan hunian modern. IoT memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi secara *real-time* sehingga meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan [1], [2], [14]. Salah satu ruang yang memiliki potensi besar untuk ditingkatkan kenyamanannya melalui sistem otomatisasi adalah area garasi. Garasi tidak hanya berfungsi sebagai tempat

penyimpanan kendaraan, tetapi juga merupakan area penting yang memerlukan sistem pengamanan dan pengendalian yang efisien [4], [5].

Namun, sebagian besar sistem pengendalian garasi yang umum masih bersifat manual dan tidak responsif terhadap kebutuhan pengguna. Sistem konvensional masih mengharuskan pengguna melakukan aktivasi pintu dan lampu secara manual dan terpisah. Selain kurang efisien, metode ini juga berpotensi mengakibatkan pemborosan energi serta memberikan celah risiko keamanan apabila pengguna lupa menutup pintu garasi [5], [6], [7].

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem otomatis yang mampu merespons kondisi lingkungan secara cerdas, diperlukan suatu inovasi yang dapat mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak secara efektif. Pemanfaatan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* sebagai perangkat utama menjadi solusi yang relevan karena mendukung konektivitas IoT dengan biaya rendah dan performa yang memadai [1], [2]. Integrasi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek serta sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan manusia memungkinkan sistem bekerja secara lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan [15], [16]. Pendekatan *multi-sensor* ini terbukti mampu meningkatkan akurasi deteksi dibandingkan penggunaan sensor tunggal [4]. Selain itu, penggunaan aplikasi *mobile* seperti *Blynk* memungkinkan sistem untuk dikendalikan dan dipantau secara jarak jauh melalui perangkat pengguna serta mendukung pengiriman notifikasi secara *real-time* [3], [4].

Beberapa penelitian terkini telah mengkaji penerapan IoT pada sistem otomasi garasi dan rumah pintar, namun masih menunjukkan sejumlah keterbatasan. Penelitian oleh Wibowo dan Kurniawan [5] memanfaatkan sensor PIR untuk sistem keamanan rumah, tetapi belum mengintegrasikan deteksi jarak maupun sistem kontrol terpadu. Penelitian oleh Hartana [6] mengembangkan sistem otomasi pintu garasi berbasis *NodeMCU*, namun masih terbatas pada fungsi kendali dasar tanpa integrasi *multi-sensor*. Sementara itu, penelitian oleh S.K. Patel dan M.A. Patel [12] mengembangkan sistem kendali garasi berbasis IoT, namun belum mengoptimalkan aspek notifikasi *real-time* serta efisiensi energi secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengintegrasikan *multi-sensor* dengan notifikasi cerdas berbasis IoT secara *real-time* dalam satu sistem yang responsif, adaptif, dan efisien untuk menjawab keterbatasan pada penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan prototipe sistem kendali otomatis pintu dan lampu garasi berbasis IoT dengan integrasi *multi-sensor* dan notifikasi *real-time*. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi energi, keamanan, serta kenyamanan pengguna melalui mekanisme otomatis dan kendali jarak jauh.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sensor ultrasonik dan sensor PIR dalam satu sistem berbasis IoT yang dilengkapi dengan notifikasi cerdas secara *real-time*, sehingga menghasilkan sistem otomasi garasi yang lebih responsif, efisien, dan mudah diimplementasikan pada lingkungan rumah tinggal dengan biaya yang relatif terjangkau.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait sistem kendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) telah banyak dilakukan, khususnya pada implementasi otomasi rumah dan garasi. Sujidha et al. [1] mengembangkan sistem *home automation* berbasis *NodeMCU ESP8266* yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* menggunakan metode kontrol jarak jauh melalui jaringan *Wi-Fi*. Sistem ini dirancang untuk mengendalikan perangkat rumah tangga secara *real-time*, namun belum mengintegrasikan sensor lingkungan untuk pengambilan keputusan otomatis. Nugraha et al. [2] merancang sistem *smart home* berbasis IoT dengan pendekatan serupa menggunakan *NodeMCU* dan aplikasi *Blynk*, yang berfokus pada kemudahan kontrol pengguna, tetapi masih terbatas pada kendali manual tanpa mekanisme deteksi kondisi lingkungan.

Ranjithkumar et al. [3] mengembangkan sistem otomasi rumah menggunakan sensor PIR dan *NodeMCU* dengan metode deteksi gerakan untuk mengontrol perangkat listrik secara otomatis. Sistem ini mampu merespons keberadaan manusia, namun belum mampu mendeteksi objek lain seperti kendaraan. Godase et al. [4] melakukan studi tinjauan terhadap sistem lampu otomatis berbasis sensor PIR dan menyimpulkan bahwa penggunaan satu jenis sensor memiliki keterbatasan dalam meningkatkan akurasi deteksi serta efisiensi sistem secara keseluruhan.

Wibowo dan Kurniawan [5] merancang sistem keamanan rumah berbasis sensor PIR dengan metode pengiriman notifikasi melalui aplikasi *Telegram*. Sistem ini efektif dalam

mendeteksi gerakan manusia dan memberikan peringatan kepada pengguna, namun tidak dilengkapi dengan aktuator untuk melakukan tindakan otomatis. Hartana [6] mengembangkan sistem pembuka pintu garasi berbasis *NodeMCU* dan sensor ultrasonik dengan metode deteksi jarak untuk membuka pintu secara otomatis. Meskipun sistem ini mampu mendeteksi keberadaan kendaraan, namun belum mengakomodasi deteksi manusia serta belum dilengkapi dengan sistem notifikasi jarak jauh.

Santoso dan Sujono [7] serta Kumar dan Singh [13] merancang sistem kendali pintu otomatis berbasis aplikasi *Android* dengan pendekatan kontrol manual melalui perangkat seluler. Sistem ini memberikan fleksibilitas dalam pengendalian, namun tidak memiliki kemampuan otomatisasi berbasis kondisi lingkungan. S.K. Patel dan M.A. Patel [12] mengembangkan sistem kendali pintu garasi berbasis IoT yang memungkinkan kontrol jarak jauh, namun belum mengintegrasikan sensor secara optimal untuk meningkatkan efisiensi energi dan respons sistem.

Penelitian lain oleh Hossain et al. [9] mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan pendekatan integrasi sensor dan monitoring jarak jauh, sedangkan Singh dan Kumar [8] menekankan pentingnya efisiensi energi dalam sistem otomasi rumah berbasis IoT melalui pengelolaan perangkat secara cerdas. Lee et al. [10] serta Zhang et al. [11] menunjukkan bahwa integrasi *multi-sensor* dalam sistem IoT mampu meningkatkan akurasi deteksi dan respons sistem secara *real-time* dibandingkan dengan penggunaan sensor tunggal.

Berdasarkan tinjauan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu umumnya masih memiliki keterbatasan pada aspek integrasi *multi-sensor*, kemampuan deteksi yang komprehensif, serta optimalisasi notifikasi dan efisiensi energi dalam satu sistem terpadu. Oleh karena itu, state of the art pada penelitian ini terletak pada pengembangan sistem kendali otomatis pintu dan lampu garasi berbasis IoT dengan pendekatan integrasi sensor ultrasonik dan sensor PIR untuk mendeteksi kendaraan dan manusia secara simultan. Selain itu, sistem dilengkapi dengan aktuator berupa motor servo dan indikator lampu LED, serta notifikasi *real-time* melalui aplikasi *Blynk*. Pendekatan ini menghasilkan sistem yang lebih responsif, adaptif, dan efisien dibandingkan penelitian sebelumnya, sehingga menjadi kontribusi kebaruan dalam pengembangan sistem otomasi garasi berbasis IoT.

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa prototipe sistem kendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Model pengembangan yang digunakan adalah model *prototyping*, yang meliputi tahapan perancangan awal sistem, pembangunan prototipe, evaluasi, dan penyempurnaan secara iteratif berdasarkan hasil pengujian. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* sebagai media kendali dan notifikasi.

3.1. Analisis Kebutuhan

Sistem yang dirancang memiliki kebutuhan sebagai berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Sistem

No	Kebutuhan Fungsional
1	Sistem mendeteksi kendaraan dengan sensor ultrasonik
2	Sistem mendeteksi kehadiran manusia dengan sensor <i>PIR</i>
3	Sistem mengirim notifikasi ke aplikasi <i>Blynk</i> saat mobil atau orang terdeteksi
4	Sistem membuka pintu garasi secara otomatis dengan motor <i>servo</i>
5	Sistem menyalakan lampu garasi otomatis saat terdeteksi orang

Tabel 2. Kebutuhan Non-Fungsional Sistem

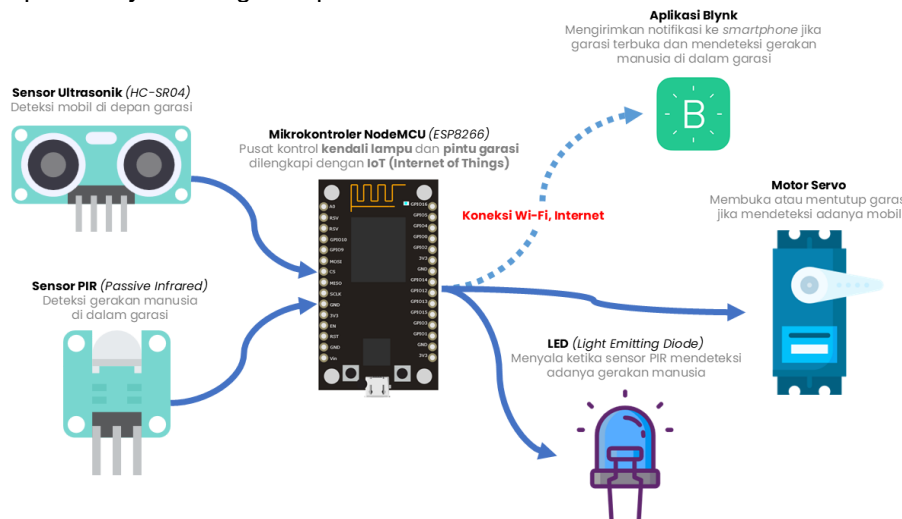
No	Kebutuhan Non-Fungsional
1	Sistem bekerja secara <i>real-time</i> melalui koneksi Wi-Fi
2	Sistem dapat beroperasi dengan konsumsi daya rendah (3V–5V)
3	Sistem mudah dikonfigurasi ulang melalui smartphone
4	Antarmuka <i>Blynk user-friendly</i> dan bisa dikontrol dari jarak jauh
5	Sistem menggunakan komponen <i>low-cost</i> dan mudah ditemukan

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dalam beberapa bagian sebagai berikut:

1) Arsitektur Sistem

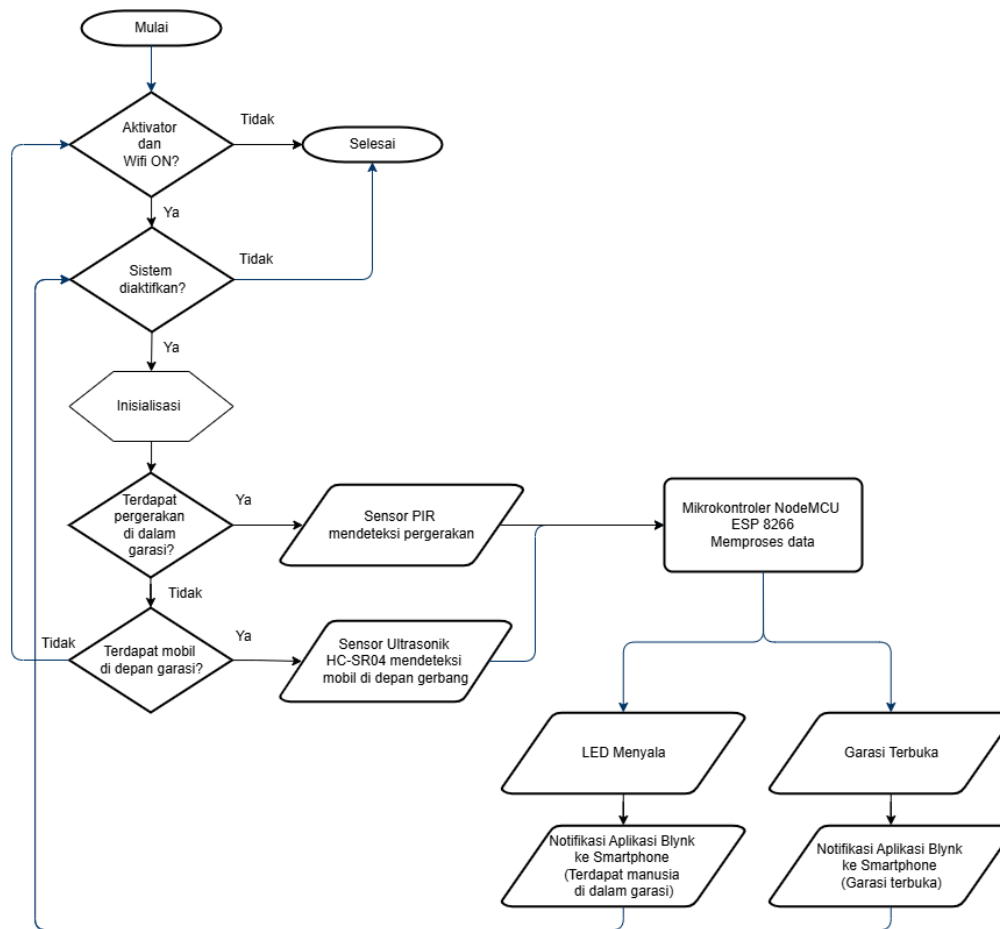
Sistem dirancang menggunakan *NodeMCU ESP8266* sebagai pengendali utama, yang terhubung dengan sensor *PIR* dan sensor ultrasonik *HC-SR04* sebagai input, serta motor *servo*, *LED*, dan aplikasi *Blynk* sebagai output.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

2) Model Proses Sistem

Flowchart menggambarkan proses logika kerja sistem, dimulai dari proses deteksi oleh sensor, pemrosesan oleh *NodeMCU*, dan eksekusi aksi (menyalakan *LED* atau menggerakkan motor *servo*) disertai notifikasi *Blynk*.



Gambar 2. Flowchart Proses Sistem

3.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan fungsinya, baik secara individual maupun terintegrasi dalam keseluruhan sistem. Pengujian ini meliputi validasi fungsi dari sensor *input*, aktuator *output*, serta konektivitas jaringan melalui aplikasi *Blynk*. Metode pengujian yang digunakan meliputi *black-box testing*, pengujian *delay*, dan pengujian akurasi sensor.

Tabel 3. Skenario Pengujian Sistem

Pengujian	Skenario Pengujian
Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	Sistem akan membuka pintu garasi secara otomatis melalui motor <i>servo</i> apabila mobil terdeteksi dalam jarak ≤ 20 cm
Sensor PIR (Passive Infrared)	Sistem akan menyalakan <i>LED</i> dan mengirimkan notifikasi ke <i>Blynk</i> saat pergerakan manusia terdeteksi dalam jarak ≤ 53 cm
Notifikasi (Blynk)	Menguji keandalan pengiriman notifikasi ke <i>smartphone</i> pada saat kondisi aktif dari kedua sensor
Motor Servo dan LED (Output)	Memastikan motor <i>servo</i> dan <i>LED</i> bekerja sesuai logika sistem yang telah diprogram

Pengujian *black-box* dilakukan untuk memverifikasi kesesuaian fungsi sistem tanpa melihat struktur internal program. Pengujian *delay* dilakukan untuk mengukur waktu *respons* sistem, yaitu selisih waktu antara saat sensor mendeteksi objek hingga sistem memberikan *respons* berupa aktivasi aktuator atau pengiriman notifikasi. Selain itu, dilakukan pengujian

akurasi sensor untuk mengetahui tingkat keberhasilan deteksi, yang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi (\%)} = (\text{Jumlah Deteksi Benar} / \text{Total Percobaan}) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi nyata.

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe sistem kendali otomatis untuk lampu dan pintu garasi menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan aplikasi *Blynk*. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi pada penggunaan garasi, dengan memanfaatkan sensor PIR dan sensor ultrasonik sebagai input utama.

4.1. Pengujian Sensor Ultrasonik (HC-SR04), Motor Servo dan Notifikasi

Pengujian pada subbab ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan sensor ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan kendaraan (dalam hal ini dimodelkan dengan mobil mainan), serta memastikan sistem penggerak motor *servo* dan notifikasi pada aplikasi *Blynk* berfungsi sesuai dengan logika sistem. Sistem ini dirancang agar pintu garasi otomatis terbuka ketika mobil terdeteksi pada jarak tertentu, dan pengguna menerima notifikasi "Garasi terbuka" melalui *smartphone*.

Tabel 4, menyajikan hasil pengujian dalam skenario jarak berbeda:

Tabel 4. Hasil Pengujian pada Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Manual	Jarak (cm)		Perbedaan Pengukuran (cm)	Persentase Error (%)	Kondisi Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	Kondisi Motor Servo	Notifikasi (Blynk)
	Manual	Sensor Ultrasonik (HC-SR04)					
2		2,1	0,1	5,00%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
4		4,2	0,2	5,00%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
6		6,3	0,3	5,00%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
8		8,4	0,4	5,00%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
10		10,5	0,5	5,00%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
12		12,4	0,4	3,33%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
14		14,2	0,2	1,43%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
16		16,5	0,5	3,13%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
20		20,8	0,8	4,00%	Terdeteksi	Aktif	"Garasi terbuka"
21		21,4	0,4	1,90%	Tidak terdeteksi	Tidak aktif	"Garasi tertutup"

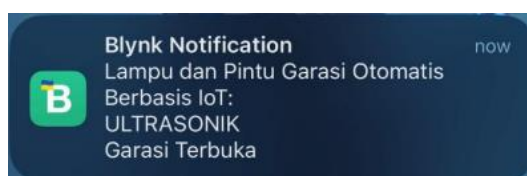
Dari hasil pengujian di atas, diketahui bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi jarak kendaraan dengan tingkat akurasi tinggi. Rata-rata error yang diperoleh adalah sebesar 3,54%, masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk sistem otomasi rumah. Ketika objek (mobil) terdeteksi dalam jarak ≤ 20 cm, sistem secara otomatis mengaktifkan motor servo untuk membuka pintu garasi dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi *Blynk*.

Pergerakan motor servo berjalan sesuai perintah logika mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* dan menunjukkan kestabilan selama proses pengujian. Sistem notifikasi menunjukkan waktu respons yang cepat dengan *delay* yang relatif kecil, memberikan kenyamanan bagi pengguna dalam memantau status garasi dari jarak jauh.

Hasil ini mendukung penelitian terdahulu oleh Hartana [6], yang juga menggunakan sensor ultrasonik dan *NodeMCU* untuk membuka pintu garasi secara otomatis. Namun, pada penelitian ini telah ditambahkan fungsi notifikasi melalui *Blynk* dan penggunaan simulasi

kendaraan mini untuk validasi praktis. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan lebih responsif dan terintegrasi secara penuh.

Apabila jarak kendaraan melebihi 20 cm, sensor ultrasonik tidak mampu mendeteksi keberadaan mobil di depan pintu garasi. Dalam kondisi tersebut, motor *servo* tidak akan diaktifkan. Sebaliknya, apabila kendaraan terdeteksi dalam jangkauan sensor memicu aktivasi motor *servo* secara otomatis untuk membuka pintu garasi sesuai logika sistem yang diprogram, serta menampilkan notifikasi “Garasi terbuka” melalui aplikasi *Blynk*. Aplikasi *Blynk* secara terus-menerus memberikan informasi yang sesuai dengan kondisi aktual pintu garasi. Pada tahap pengamatan dan pengujian ini, objek kendaraan yang digunakan adalah mobil miniatur sebagai simulasi.



Gambar 3. Notifikasi pada saat garasi terbuka

4.2. Pengujian Sensor *PIR (Passive Infrared)*, *LED (Light Emitting Diode)* dan Notifikasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi performa sensor *PIR* dalam mendeteksi keberadaan manusia di area garasi, serta untuk memastikan sistem kendali lampu *LED* dan pengiriman notifikasi melalui aplikasi *Blynk* bekerja secara otomatis sesuai dengan input dari sensor. Sistem diharapkan dapat merespons kehadiran manusia dengan menyalakan *LED* dan menampilkan notifikasi pada *smartphone* pengguna.

Tabel 5, menyajikan hasil pengujian yang dilakukan dengan mensimulasikan gerakan manusia pada jarak tertentu dari sensor *PIR*:

Tabel 5. Hasil Pengujian pada Sensor *PIR (Passive Infrared)*

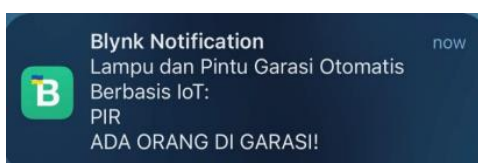
Jarak (cm)		Perbedaan Pengukuran (cm)	Persentase Error (%)	Kondisi Sensor <i>PIR (Passive Infrared)</i>	Kondisi <i>LED (Light Emitting Diode)</i>	Notifikasi (<i>Blynk</i>)
Manual	Sensor <i>PIR (Passive Infrared)</i>					
5	5,3	0,3	6,00	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
10	10,4	0,4	4,00	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
15	15,6	0,6	4,00	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
20	20,5	0,5	2,50	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
25	25,4	0,4	1,60	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
30	30,3	0,3	1,00	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
35	35,1	0,1	0,29	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
40	40,0	0	0	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
45	45,0	0	0	Gerakan terdeteksi	Menyala	“Ada orang di garasi!”
54	-	-	-	Gerakan tidak terdeteksi	Tidak menyala	“Tidak ada orang di garasi!”

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem mampu mendeteksi secara akurat (100%) keberadaan manusia pada jarak hingga 53 cm. Ketika sensor *PIR* mendeteksi adanya gerakan manusia, maka *LED* akan menyala secara otomatis, dan notifikasi “ADA ORANG DI GARASI!” akan dikirim melalui aplikasi *Blynk*. Sebaliknya, jika tidak ada deteksi gerakan, maka *LED* akan padam dan sistem tidak mengirim notifikasi.

Kinerja sistem menunjukkan bahwa sensor *PIR* cukup sensitif untuk area kecil seperti garasi rumah. Fungsi otomatisasi antara sensor, *LED*, dan aplikasi berjalan dengan baik dan tanpa keterlambatan yang signifikan.

Hasil ini memperkuat temuan sebelumnya dalam [5] yang hanya menggunakan sensor *PIR* dan *Telegram* sebagai sistem notifikasi. Namun, pada sistem ini, notifikasi dikirimkan secara langsung melalui aplikasi *Blynk*, dengan tambahan kontrol otomatis pada perangkat output (*LED*). Selain itu, integrasi notifikasi dan visualisasi *real-time* juga menjadikan sistem lebih responsif dan *user-friendly* dibanding sistem manual atau parsial.

Apabila jarak objek melebihi 53 cm, sensor *PIR* tidak mampu mendeteksi pergerakan manusia di area garasi. Dalam kondisi ini, *LED* (lampu garasi) akan tetap dalam keadaan mati. Sebaliknya, ketika pergerakan manusia terdeteksi pada jarak kurang dari 53 cm, sensor akan mengaktifkan *LED* secara otomatis dan mengirimkan notifikasi "ADA ORANG DI GARASI!" melalui aplikasi *Blynk*.



Gambar 4. Notifikasi pada saat mendeteksi orang di dalam garasi

4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sensor ultrasonik, sensor *PIR*, aktuator, serta sistem notifikasi, dapat diketahui bahwa sistem yang dikembangkan mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu meningkatkan efisiensi energi dan keamanan pada area garasi. Hal ini diperkuat dengan nilai *error* rata-rata sebesar 3,54% pada sensor ultrasonik serta tingkat keberhasilan deteksi sensor *PIR* yang tinggi pada jarak operasional hingga 53 cm. Integrasi antara sensor ultrasonik dan sensor *PIR* memungkinkan sistem untuk mendeteksi dua kondisi berbeda, yaitu keberadaan kendaraan dan pergerakan manusia, sehingga sistem dapat memberikan respons yang tepat secara otomatis. Hal ini secara langsung menjawab permasalahan yang diidentifikasi pada bagian pendahuluan, yaitu keterbatasan sistem konvensional yang masih bersifat manual dan tidak responsif terhadap kondisi lingkungan.

Dari aspek efisiensi energi, sistem hanya mengaktifkan lampu *LED* dan membuka pintu garasi ketika kondisi tertentu terpenuhi, sehingga dapat meminimalkan penggunaan energi yang tidak diperlukan. Selain itu, keberadaan notifikasi berbasis aplikasi *Blynk* memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi garasi secara *real-time*, sehingga meningkatkan aspek keamanan dan kenyamanan pengguna dalam mengontrol sistem dari jarak jauh.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan peningkatan dari sisi integrasi dan fungsionalitas. Penelitian oleh Hartana [6] hanya berfokus pada otomatisasi pintu garasi menggunakan sensor ultrasonik tanpa integrasi deteksi manusia dan notifikasi jarak jauh. Sementara itu, penelitian oleh Wibowo dan Kurniawan [5] menggunakan sensor *PIR* untuk sistem keamanan berbasis notifikasi, namun tidak dilengkapi dengan aktuator untuk tindakan otomatis. Penelitian [12] juga telah mengembangkan sistem kendali berbasis IoT, serta [17] yang menggunakan NodeMCU Esp8266 tetapi belum mengoptimalkan integrasi *multi-sensor* serta efisiensi energi secara menyeluruh.

Dengan menggabungkan keunggulan dari penelitian-penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu menghadirkan solusi yang lebih komprehensif melalui integrasi multi-sensor, kontrol otomatis, serta notifikasi *real-time* dalam satu platform. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem otomasi garasi berbasis IoT yang lebih adaptif, efisien, dan responsif terhadap kondisi lingkungan, serta memperkuat temuan-temuan sebelumnya dalam bidang sistem rumah pintar berbasis IoT.

5. Simpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem kendali otomatis lampu dan pintu garasi berbasis *Internet of Things* menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan aplikasi *Blynk* sebagai media pemantauan dan notifikasi *real-time*. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi keberadaan kendaraan dengan tingkat akurasi yang baik, ditunjukkan oleh rata-rata error sebesar 3,54%, sedangkan sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan manusia secara efektif hingga jarak 53 cm.

Integrasi antara sensor, aktuator, dan sistem notifikasi memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan responsif terhadap kondisi lingkungan, sehingga mampu meningkatkan efisiensi energi, keamanan, dan kenyamanan pengguna. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sistem yang dikembangkan memiliki keunggulan pada integrasi *multi-sensor*, kontrol otomatis, serta notifikasi *real-time* dalam satu *platform*.

Dengan demikian, sistem ini berpotensi untuk diterapkan sebagai solusi otomasi garasi pada lingkungan rumah tinggal dengan biaya yang relatif terjangkau. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat diintegrasikan dengan layanan berbasis *cloud* guna mendukung penyimpanan data dan analisis historis secara berkelanjutan.

Daftar Referensi

- [1] M. Sujidha, P. Radha, T. Shanmuga Priya, A. Usha, and M. Sarojini Devi, "IoT Based Home Automation Using NodeMCU and Blynk Application," *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 151–153, 2021.
- [2] A. T. Nugraha, A. I. Azam, R. A. Sobhita, and E. Sunarno, "IoT-Based Smart Home Control Design Using Blynk Application and ESP8266 Wi-Fi Module," *MEIN: Journal of Mechanical, Electrical & Industrial Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2024.
- [3] R. Ranjithkumar, S. Rathish Ganesh, K. Ram Vikash, and M. Manikandan, "IoT Based Home Automation using PIR Motion Sensor and Node MCU," *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, vol. 9, no. 4, pp. 1234–1238, 2020.
- [4] V. Godase, A. Mulani, A. Pawar, and K. Sahani, "A Comprehensive Review on PIR Sensor-Based Light Automation Systems," *International Journal of Image Processing and Smart Sensors*, vol. 1, no. 1, pp. 22–29, 2025.
- [5] R. Wibowo and A. Kurniawan, "Implementasi Sensor PIR dan Telegram untuk Keamanan Rumah," *Jurnal Informatika Indonesia*, vol. 7, no. 2, pp. 112–118, 2022.
- [6] H. Hartana, "Sistem Otomatisasi Pintu Garasi Menggunakan NodeMCU," *Jurnal Teknologi Elektro dan Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 45–50, 2021.
- [7] D. Santoso and H. Sujono, "Kontrol Pintu Otomatis Berbasis Aplikasi Android," in *Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*, Surakarta, pp. 134–139, 2021.
- [8] R. Singh and A. Kumar, "Energy Efficient Smart Home Automation System using IoT," *International Journal of Smart Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, 2023.
- [9] V. Hossain et al., "IoT Based Smart Home Security System," *Journal of Smart Systems*, vol. 7, no. 1, pp. 10–18, 2022.
- [10] J. Lee et al., "Multi-Sensor Integration in IoT Systems for Smart Home Applications," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 56789–56800, 2021.
- [11] Y. Zhang et al., "Real-Time IoT-Based Multi-Sensor Data Processing System," *IEEE Sensors Journal*, vol. 22, no. 5, pp. 4567–4575, 2022.
- [12] S. K. Patel and M. A. Patel, "IoT Based Smart Garage Door System," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 10, no. 6, pp. 210–215, 2021.
- [13] A. Kumar and P. Singh, "Design and Implementation of Smart Garage System Using IoT," *Journal of IoT and Embedded Systems*, vol. 4, no. 1, pp. 25–32, 2023.
- [14] L. Chen et al., "Low-Cost IoT-Based Home Automation System Using ESP8266," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 2345–2353, 2022.
- [15] M. Rahman et al., "Real-Time Smart Home Automation Using Blynk Platform," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 11, no. 2, pp. 1500–1508, 2021.
- [16] T. Nguyen et al., "IoT-Based Intelligent Home Automation System with Energy Optimization," *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, vol. 41, pp. 100925, 2024.
- [17] A.S. Asmi, & B. Bahar, "Model Monitoring Detak Jantung Berbasis Smartphone Menggunakan Nodemcu Esp8266." *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 19, no. 1, pp. 299-308, 2023.