

SISTEM DETEKSI ARAH GERAK UNTUK PENGHITUNG DAN PEMANTAUAN ORANG DI RUMAH DENGAN PROTOKOL ESP-NOW

Enggal Maulana, Reni Rahmadewi, Dian Budhi Santoso

Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H.S Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang, Indonesia
2010631160057@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Keamanan rumah merupakan aspek yang sering diabaikan dalam kehidupan sehari-hari, terutama di kota besar dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Kejahatan seperti pencurian menjadi ancaman serius, dan upaya tradisional seperti penggunaan jasa satpam atau pemeliharaan hewan penjaga tidak selalu memadai. Penelitian ini mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi arah gerak yang tidak hanya mampu mendeteksi pergerakan di dalam rumah, tetapi juga menghitung jumlah orang yang berada di dalamnya dengan menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW pada ESP8266. Sistem ini melibatkan penggunaan dua sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi arah gerakan, dan dua ESP8266 sebagai pengirim dan penerima data melalui komunikasi nirkabel. Metode penelitian meliputi pengujian akurasi deteksi gerakan, pengujian komunikasi ESP-NOW, dan pengujian fungsionalitas sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi arah gerakan dengan akurat dan dapat diandalkan untuk menghitung jumlah orang yang masuk dan keluar dari rumah. Pengujian komunikasi ESP-NOW mengindikasikan performa yang baik dalam kondisi tanpa interferensi, dengan latensi rata-rata 106,9 ms, dan penurunan performa yang minimal dalam kondisi dengan interferensi tembok, dengan latensi rata-rata 163,7 ms. Sistem ini juga terbukti efektif dalam memonitor aktivitas dan memberikan peringatan dini melalui alarm visual dan audio. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan rumah dengan memberikan informasi detail dan *real-time* tentang aktivitas di dalam rumah, memungkinkan respon yang lebih cepat terhadap potensi ancaman.

Kata kunci : Deteksi Arah Gerak, Penghitung Jumlah Orang, Keamanan Rumah, ESP8266, dan ESP-NOW

1. PENDAHULUAN

Keamanan rumah merupakan aspek yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Kejahatan seperti pencurian sering terjadi di kota besar karena tingginya kepadatan penduduk, mobilitas yang tinggi, dan kesempatan yang dimanfaatkan oleh pelaku kejahatan. Antara tahun 2018-2022, tercatat sebanyak 8.881 kejadian pencurian di wilayah Jawa Barat tanpa menggunakan kekerasan [1].

Umumnya, masyarakat menjaga keamanan rumah dengan menggunakan jasa satpam, melakukan patroli, memelihara hewan penjaga, dan mengunci gerbang maupun pintu dengan gembok untuk mencegah kejahatan seperti pencurian yang dapat menyebabkan kerugian material [2] [3].

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, kebutuhan akan sistem keamanan yang lebih canggih dan multifungsi menjadi semakin penting. Salah satu solusi yang terus berkembang adalah sistem deteksi gerak, yang tidak hanya memberikan informasi secara *real-time* tentang adanya pergerakan di area yang dipantau, tetapi juga mampu mengidentifikasi arah gerakan dan menghitung jumlah orang di dalam rumah. Dengan kemampuan ini, sistem deteksi dapat memberikan peringatan dini terhadap potensi ancaman serta memungkinkan pemantauan yang lebih efektif di dalam rumah, sehingga penghuni dapat merespon dengan lebih cepat dan tepat [3].

Beberapa penelitian serupa telah dilakukan sebelumnya yang menjadi landasan bagi penelitian ini. Namun, dari semua penelitian yang telah dilakukan

mengenai pendeteksi gerakan menggunakan sensor ultrasonik dan sensor PIR [3] [4].

Belum ada sistem yang mampu secara efektif mendeteksi arah gerakan sekaligus menghitung jumlah orang yang di dalam rumah. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan akan pengembangan sistem yang tidak hanya mampu mendeteksi keberadaan pergerakan, tetapi juga dapat menentukan arah gerakan dan jumlah objek yang terdeteksi.

Penentuan arah gerakan dan penghitung jumlah orang ini dapat memberikan informasi yang lebih detail dan bermanfaat dalam konteks keamanan dan monitoring. Dengan kemampuan untuk menentukan arah gerakan serta menghitung jumlah orang di dalam rumah, pengguna dapat meningkatkan respon terhadap ancaman dan lebih baik dalam memantau aktivitas di dalam rumah.

Teknologi yang dapat digunakan dalam sistem ini adalah komunikasi nirkabel dengan menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW, yang merupakan fitur pada ESP32 dan ESP8266 [5] [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi arah gerak yang juga dapat menghitung dan memantau jumlah orang di dalam rumah secara *real-time* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan protokol komunikasi ESP-NOW. ESP-NOW dipilih karena tidak memerlukan jaringan Wifi atau Bluetooth, serta jangkauan yang luas [7].

Sistem ini dirancang untuk mendeteksi pergerakan di sekitar rumah, menentukan arah gerak

objek, menghitung jumlah orang yang berada di dalam rumah, dan mengirimkan informasi tersebut secara *real-time* ke pusat kontrol. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan keamanan dan efektivitas pemantauan di dalam rumah, serta memberikan peringatan dini terhadap potensi ancaman atau situasi yang memerlukan perhatian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Keamanan rumah menjadi salah satu topik penelitian yang penting dalam mengatasi kecemasan saat meninggalkan rumah. Berbagai teknologi telah diterapkan untuk menciptakan sistem keamanan yang lebih efektif dan efisien. Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang menjadi dasar pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini:

- Pada jurnal dengan judul “Implementasi *Prototype* Sistem Deteksi Letak Gerak dengan *Wireless Sensor Network* Berbasis ESP8266” [3]. Penelitian ini mengkaji implementasi sistem deteksi gerakan menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) yang didasarkan pada modul ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi gerakan dan mengirimkan data lokasi pergerakan secara nirkabel melalui jaringan Wifi.
- Pada jurnal dengan judul “Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kotak Benih terhadap Ruang menggunakan Protokol ESP-NOW” [6]. Penelitian ini fokus pada pemantauan kotak benih menggunakan protokol ESP-NOW dan *platform* ThingSpeak. ESP-NOW digunakan untuk komunikasi data antar mikrokontroler yang diterapkan pada kotak benih. Penelitian ini juga menguji delay komunikasi menggunakan ESP-NOW pada berbagai jarak, dengan hasil delay rata-rata yang sangat baik, berada di bawah 150 ms untuk jarak 40 meter.

Penelitian terdahulu yang mengkaji penggunaan WSN dengan ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04 memberikan dasar yang kuat mengenai implementasi teknologi sensor dalam sistem keamanan. Penelitian ini menyoroti kelebihan dan kekurangan dalam pengiriman data dan akurasi sistem yang penting untuk mempertimbangkan dalam merancang sistem deteksi arah gerak untuk keamanan rumah.

Sementara itu, penelitian tentang penggunaan ESP-NOW dalam pemantauan kotak benih menunjukkan bahwa protokol ini dapat menangani komunikasi data dengan delay yang sangat baik dan keandalan yang tinggi. Hal ini memberikan dasar penting untuk menggunakan ESP-NOW dalam penelitian ini untuk sistem deteksi arah gerak dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi komunikasi dan akurasi dalam aplikasi keamanan rumah.

Kedua penelitian ini bersama-sama mendukung pendekatan sistem keamanan berbasis sensor dan komunikasi nirkabel, serta memberikan wawasan tentang tantangan dan potensi solusi untuk implementasi sistem deteksi arah gerak menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW.

2.2. Protokol Komunikasi ESP-NOW

ESP-NOW adalah protokol komunikasi yang dikembangkan oleh Espressif di mana setiap perangkat dapat berkomunikasi langsung dengan perangkat lainnya secara *peer-to-peer* tanpa menggunakan kabel dan tidak menggunakan koneksi Wifi [8] [9].

Dalam pengiriman data, terdapat konsep latensi, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk sebuah data atau sinyal melakukan perjalanan dari satu titik ke titik lain dalam sebuah sistem. Pengujian latensi dapat dilakukan dengan mencatat waktu pengiriman dan waktu penerimaan, kemudian menghitung selisih antara keduanya [8].

Terdapat dua metode komunikasi dengan protokol komunikasi ESP-NOW, yaitu komunikasi satu arah dan komunikasi dua arah. Dalam komunikasi satu arah, terdapat dua komponen penting, yaitu pengirim yang disebut *Master* dan penerima yang disebut *Slave* [9] [10].

Dalam komunikasi satu arah, satu *Master* dapat mengirim data ke berbagai *Slave* dan sebaliknya, satu *Slave* dapat menerima data dari beberapa *Master* [10].

2.3. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah papan pengembangan elektronik yang menggunakan mikrokontroler ESP8266. Papan ini mendukung konektivitas internet melalui Wifi, menjadikannya ideal untuk aplikasi Internet of Things (IoT) [11].

NodeMCU dilengkapi dengan beberapa pin GPIO (General Purpose Input/Output) yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat lainnya, memungkinkan berbagai aplikasi dan proyek pengembangan.

2.4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah perangkat siap pakai yang mengukur jarak dengan memancarkan dan menerima kembali gelombang ultrasonik. Sensor HC-SR04 adalah salah satu jenis sensor ultrasonik yang dapat mengukur jarak antara 2cm hingga 4 meter dengan akurasi 3mm [12].

Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti robotika, sistem keamanan, dan proyek lainnya yang memerlukan pengukuran jarak yang akurat.

2.5. LCD 1602

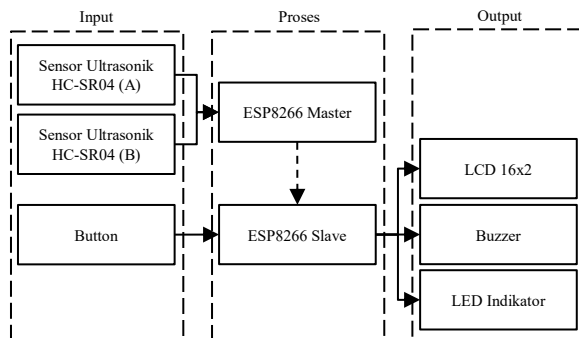
LCD (Liquid Crystal Display) adalah jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai komponen utama untuk menampilkan karakter. Modul LCD1602, yang memiliki 16 karakter per baris dan 2 baris, banyak digunakan dalam berbagai proyek

elektronik dan mikrokontroller untuk menampilkan teks, data, dan informasi lainnya [13].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok berfungsi untuk memberikan gambaran umum mengenai bagaimana sistem bekerja secara keseluruhan. Diagram blok ini menunjukkan hubungan antara berbagai komponen sistem dan aliran data antar komponen.

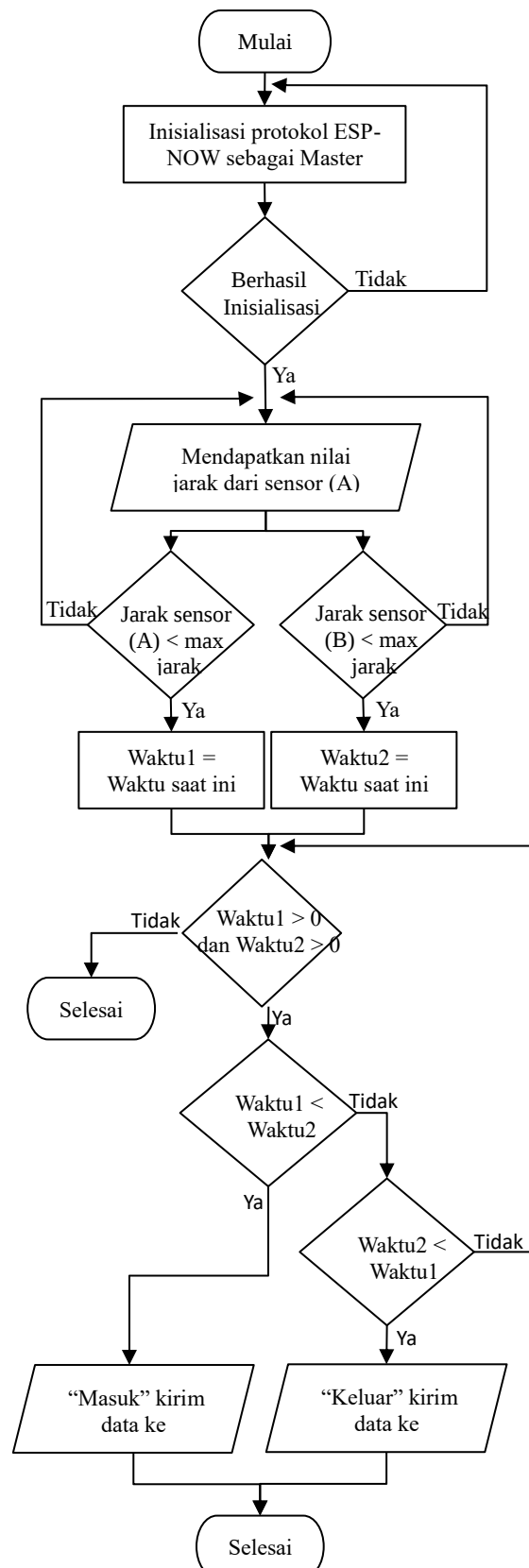


Gambar 1. Diagram blok sistem

Pada gambar 1, menjelaskan bahwa sistem ini terdiri dari tiga tahap kerja. Tahap pertama adalah *input* yang terdiri dari dua buah sensor ultrasonik untuk mendeteksi arah gerak di ESP8266 *Master*, serta satu tombol yang digunakan untuk mengaktifkan sistem alarm di ESP8266 *Slave*. Tahap proses melibatkan 2 ESP8266 yang menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW satu arah, di mana ESP8266 *Master* berfungsi sebagai pengirim data dan ESP8266 *Slave* sebagai penerima data. Tahap *output* mencakup LCD 16x2, *buzzer*, dan LED. LCD digunakan untuk menampilkan jumlah orang yang masuk, keluar, dan yang berada di dalam rumah atau ruangan. *Buzzer* dan LED digunakan sebagai alarm dan indikator jika sistem alarm dalam kondisi aktif dan ada orang yang masuk atau keluar.

3.2. ESP8266 Sebagai Master

Diagram alir pada gambar 2, menunjukkan proses yang terjadi pada ESP8266 *Master* untuk mengirim data ke ESP8266 *Slave*. Proses ini dimulai dengan menginisialisasi perangkat sebagai *Master* dan melakukan konfigurasi pin yang digunakan. Selanjutnya, perangkat mendapatkan nilai jarak dari sensor ultrasonik A dan B. Jika nilai sensor A atau sensor B lebih kecil dari jarak maksimum yang ditentukan, maka waktu1 atau waktu2 akan diatur sebagai waktu terkini. Kemudian, nilai pada waktu1 dan waktu2 diperiksa, jika keduanya tidak lebih dari 0 maka proses selesai. Jika waktu1 lebih kecil dari waktu2, maka kondisi ini dinyatakan sebagai “Masuk” dan data akan dikirim ke ESP8266 *Slave*. Sebaliknya, jika waktu2 lebih kecil dari waktu1, maka kondisi ini akan dinyatakan sebagai “Keluar” dan data akan dikirim ke ESP8266 *Slave*.



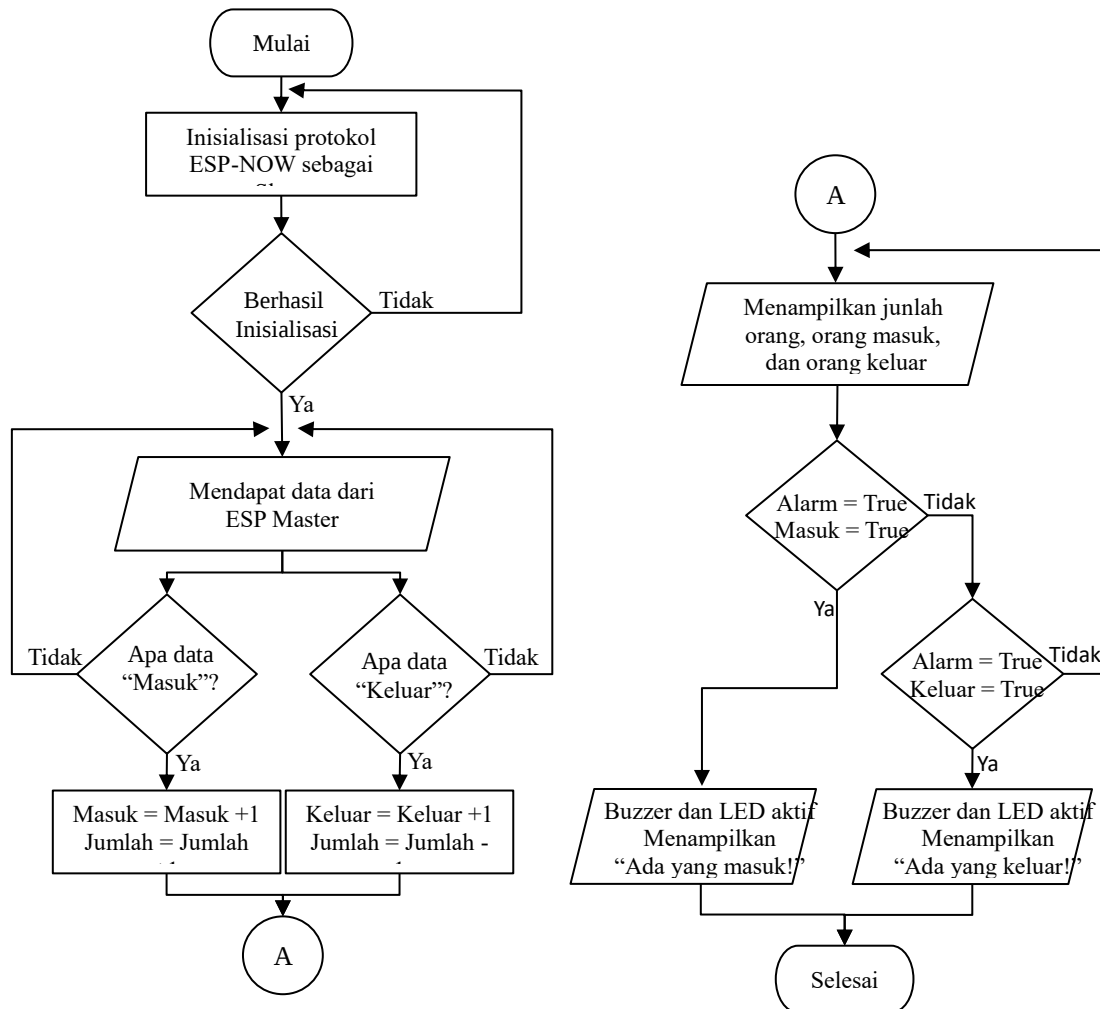
Gambar 2. Diagram alir ESP8266 Master

3.3. ESP8266 Sebagai Slave

Pada gambar 3, terlihat diagram alir untuk ESP8266 sebagai *Slave* atau penerima data. Proses dimulai dengan menginisialisasi perangkat ESP8266

sebagai *Slave* serta melakukan konfigurasi yang digunakan sebagai *input* dan *output*. Selanjutnya, perangkat mendapatkan data dari ESP8266 *Master* yang berupa data “Masuk” atau “Keluar” serta jarak dan waktu yang diperoleh dari sensor A dan sensor B. kemudian, data “Masuk” atau “Keluar” akan diproses. Jika data yang diterima adalah “Masuk”, maka jumlah

orang yang masuk akan bertambah dan jumlah orang di dalam rumah juga akan bertambah. Sebaliknya, jika data yang diterima adalah “Keluar”, maka jumlah orang yang keluar akan bertambah dan jumlah orang yang di dalam akan berkurang



Gambar 3. Diagram alir ESP8266 sebagai Slave

Setelah data diproses, hasilnya akan ditampilkan pada layar LCD berupa jumlah orang yang di dalam rumah, jumlah orang yang masuk, dan jumlah orang yang keluar. Jika alarm dalam kondisi aktif dan terdeteksi orang yang keluar atau masuk, maka *buzzer* dan LED akan menyala sebagai alarm peringatan dan menampilkan keterangan “Ada yang masuk!” atau “Ada yang keluar!”.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Akurasi Deteksi Gerakan

Pengujian akurasi deteksi gerakan bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat dengan tepat menentukan apakah seseorang masuk atau keluar berdasarkan data waktu yang diperoleh dari dua sensor ultrasonik. Sistem ini akan mendeteksi orang masuk jika waktu1 lebih kecil dari waktu2, sebaliknya sistem akan mendeteksi orang keluar jika waktu2 lebih kecil dari waktu1.

Table 1. Hasil pengujian akurasi deteksi gerakan

No.	Skenario Uji Pergerakan	Sensor A		Sensor B		Gerak Arah Terdeteksi	Hasil
		Jarak1 (cm)	Waktu1 (ms)	Jarak2 (cm)	Waktu2 (ms)		
1	Masuk	35	756018	36	756076	Masuk	Sesuai
2	Keluar	49	764591	44	764403	Keluar	Sesuai
3	Masuk	30	773903	56	774026	Masuk	Sesuai

No.	Skenario Uji Pergerakan	Sensor A		Sensor B		Gerak Arah Terdeteksi	Hasil
		Jarak1 (cm)	Waktu1 (ms)	Jarak2 (cm)	Waktu2 (ms)		
4	Masuk	38	786185	32	786305	Masuk	Sesuai
5	Masuk	42	800098	74	800159	Masuk	Sesuai
6	Keluar	57	814065	31	813943	Keluar	Sesuai
7	Keluar	31	837478	30	837367	Keluar	Sesuai
8	Masuk	56	850619	56	850680	Masuk	Sesuai
9	Keluar	30	861718	25	861537	Keluar	Sesuai
10	Keluar	55	874722	36	874474	Keluar	Sesuai

Dapat dilihat pada Tabel 1, dari pengujian akurasi deteksi gerakan yang dilakukan bahwa sistem deteksi arah gerakan bekerja dengan akurat. Setiap skenario yang di uji menunjukkan bahwa sistem dapat menentukan arah gerakan (masuk atau keluar) berdasarkan perbedaan waktu yang terdeteksi oleh dua sensor ultrasonik. Tidak ada kesalahan dalam mendeteksi arah gerakan pada semua skenario pengujian. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem dapat diandalkan untuk mendeteksi arah gerakan dan dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan rumah dengan memberikan informasi yang akurat mengenai pergerakan di sekitar rumah.

4.2. Pengujian Komunikasi ESP-NOW

Pengujian komunikasi ESP-NOW dilakukan untuk mengevaluasi kinerja protokol komunikasi

dalam mengirimkan data antara perangkat *Master* dan *Slave* menggunakan modul ESP8266. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa sistem komunikasi yang digunakan dapat beroperasi secara stabil dalam berbagai kondisi lingkungan yang mungkin dihadapi di lapangan, seperti interferensi sinyal dari struktur bangunan atau objek lainnya. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan ESP8266 *Master* dan *Slave* di ruang terbuka untuk kondisi tanpa interferensi. Sedangkan untuk kondisi dengan interferensi berupa tembok dilakukan di dalam rumah dengan ESP8266 *Master* berada di dekat pintu (area lalu lintas) lantai 1 dan untuk *Slave* di tempatkan di dalam kamar lantai 2. Pada pengujian komunikasi ESP-NOW ini masing-masing pengujian menggunakan jarak radius sekitar 5 meter.

Table 2. Hasil pengujian komunikasi ESP-NOW

No.	Jarak (m)	Data Yang Dikirim	Waktu Pengiriman Data	Data Yang Diterima	Waktu Penerimaan Data	Latensi (ms)	Status Pengiriman
1	5 Tanpa Interferensi	Keluar	02:12:07.335	Keluar	02:12:07.447	112	Sukses
2		Masuk	02:12:22.957	Masuk	02:12:23.052	95	Sukses
3		Keluar	02:12:36.544	Keluar	02:12:36.679	135	Sukses
4		Masuk	02:12:49.965	Masuk	02:12:50.099	134	Sukses
5		Masuk	02:13:03.473	Masuk	02:13:03.571	98	Sukses
6		Masuk	02:13:15.505	Masuk	02:13:15.612	107	Sukses
7		Keluar	02:13:32.221	Keluar	02:13:32.323	102	Sukses
8		Masuk	02:14:10.253	Masuk	02:14:10.355	102	Sukses
9		Keluar	02:14:23.094	Keluar	02:14:23.196	102	Sukses
10		Keluar	02:14:46.897	Keluar	02:14:46.979	82	Sukses
Rata-rata Latensi						106,9 ms	100%
11	5 Dengan Interferensi Tembok	Masuk	01:42:18.562	Masuk	01:42:18.757	195	Sukses
12		Masuk	01:42:26.378	Masuk	01:42:26.560	182	Sukses
13		Masuk	01:42:32.720	Masuk	01:42:32.888	168	Sukses
14		Keluar	01:42:44.201	-	-	-	Gagal
15		Keluar	01:42:52.295	Keluar	01:42:52.492	197	Sukses
16		Masuk	01:43:01.778	Masuk	01:43:01.927	149	Sukses
17		Keluar	01:43:17.308	Keluar	01:43:17.466	158	Sukses
18		Masuk	01:43:27.249	Masuk	01:43:27.387	129	Sukses
19		Keluar	01:43:35.651	Keluar	01:43:35.792	141	Sukses
20		Keluar	01:43:45.764	Keluar	01:43:45.919	155	Sukses
Rata-rata Latensi						163,7 ms	90%

Berdasarkan hasil percobaan yang dapat dilihat pada Tabel 2, pengujian tanpa interferensi memiliki hasil yang semua pengujiannya sukses terkirim. Pada kondisi tanpa Interferensi, komunikasi antara perangkat *Master* dan *Slave* menggunakan ESP-NOW berjalan lancar. Waktu pengiriman data dan waktu penerimaan data memiliki perbedaan waktu yang

relatif rendah dengan rata-rata latensi 106,9 ms menunjukkan kinerja yang baik dalam kondisi normal.

Pada kondisi dengan interferensi tembok, sebagian besar pengujian berhasil dengan 1 pengujian yang gagal terkirim. Meskipun terdapat interferensi berupa tembok, komunikasi masih berhasil dengan status sukses, namun ada peningkatan dalam waktu

pengiriman dan penerimaan data memiliki latensi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tanpa interferensi dengan rata-rata latensi 163,7 ms. Interferensi tembok dapat mempengaruhi kinerja komunikasi ESP-NOW, terutama dalam hal latensi yang sedikit meningkat dan kemungkinan kegagalan pengiriman data.

4.3. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian fungsionalitas sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen dan fitur

dari sistem deteksi arah gerak untuk keamanan rumah bekerja dengan baik. Pengujian yang dilakukan mencakup pemeriksaan respon saat sistem alarm aktif dan tidak aktif, validasi pesan yang ditampilkan LCD, serta pengaktifan *buzzer* dan LED. Pengujian ini juga memastikan keakuratan data yang diproses, sehingga sistem keamanan rumah dengan protokol komunikasi ESP-NOW dapat berfungsi dengan baik.

Table 3. Hasil pengujian fungsionalitas sistem

No	Data Yang Diterima	Status Alarm	Ekspektasi Keluaran	Keluaran Aktual	Status
1	Masuk	Tidak Aktif	Masuk = 1 Keluar = 0 Jumlah orang = 1	Masuk = 1 Keluar = 0 Jumlah orang = 1	Sesuai
2	Keluar	Tidak Aktif	Masuk = 1 Keluar = 1 Jumlah orang = 0	Masuk = 1 Keluar = 1 Jumlah orang = 0	Sesuai
3	Masuk	Tidak Aktif	Masuk = 2 Keluar = 1 Jumlah orang = 1	Masuk = 2 Keluar = 1 Jumlah orang = 1	Sesuai
4	Masuk	Tidak Aktif	Masuk = 3 Keluar = 1 Jumlah orang = 2	Masuk = 3 Keluar = 1 Jumlah orang = 2	Sesuai
5	Masuk	Aktif	Masuk = 4 Keluar = 1 Jumlah orang = 3 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Masuk!” di LCD	Masuk = 4 Keluar = 1 Jumlah orang = 3 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Masuk” di LCD	Sesuai
6	Keluar	Aktif	Masuk = 4 Keluar = 2 Jumlah orang = 2 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar” di LCD	Masuk = 4 Keluar = 2 Jumlah orang = 2 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar” di LCD	Sesuai
7	Keluar	Aktif	Masuk = 4 Keluar = 3 Jumlah orang = 1 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar!” di LCD	Masuk = 4 Keluar = 3 Jumlah orang = 1 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar” di LCD	Sesuai
8	Masuk	Aktif	Masuk = 5 Keluar = 3 Jumlah orang = 2 Orang yang keluar <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Masuk” di LCD	Masuk = 5 Keluar = 3 Jumlah orang = 2 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada yang Masuk” di LCD	Sesuai
9	Keluar	Aktif	Masuk = 5 Keluar = 4 Jumlah orang = 1 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar” di LCD	Masuk = 5 Keluar = 4 Jumlah orang = 1 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar” di LCD	Sesuai
10	Keluar	Aktif	Masuk = 5 Keluar = 5 Jumlah orang = 0 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada Yang Keluar!” di LCD	Masuk = 5 Keluar = 5 Jumlah orang = 0 <i>Buzzer</i> dan LED menyala, menampilkan “Ada yang Keluar” di LCD.	Sesuai

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian fungsionalitas sistem dapat dilihat bagaimana sistem merespon input yang diberikan dalam berbagai kondisi status alarm (aktif dan tidak aktif). Pada saat sistem alarm tidak aktif, sistem berfungsi dengan baik dalam menghitung jumlah orang yang masuk dan keluar, serta menampilkan informasi yang akurat di LCD. Selanjutnya saat sistem alarm aktif, sistem tidak hanya menghitung jumlah orang yang masuk dan keluar dengan akurat tetapi juga berhasil mengaktifkan buzzer dan LED serta menampilkan pesan peringatan di LCD sesuai dengan kondisi yang terjadi. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi arah gerak untuk keamanan rumah dapat berfungsi dengan baik tanpa ada ketidaksesuaian antara hasil yang diinginkan dengan hasil yang sebenarnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem deteksi arah gerak untuk keamanan rumah menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW telah terbukti dapat bekerja dengan baik dalam mengenali dan menginformasikan pergerakan (masuk atau keluar) dengan akurat. Dalam kondisi optimal tanpa interferensi, sistem beroperasi dengan latensi rendah dan keberhasilan pengiriman data yang konsisten. Meskipun menghadapi interferensi seperti tembok, sistem masih dapat berfungsi dengan baik meskipun dengan latensi yang sedikit lebih tinggi dan ada kemungkinan kegagalan pengiriman data dalam beberapa kasus. Pengujian fungsionalitas juga menegaskan bahwa sistem dapat merespon input dengan benar dan mengaktifkan alarm serta menampilkan informasi yang diperlukan secara tepat waktu. Ini menjadikan sistem ini sebagai solusi yang handal untuk meningkatkan keamanan rumah dengan deteksi gerakan yang akurat dan responsif terhadap situasi yang terjadi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menjadi lebih baik di masa depan. Salah satunya adalah melakukan pengembangan lebih lanjut pada teknologi deteksi arah gerak dengan mempertimbangkan integrasi sensor tambahan atau teknologi deteksi lainnya untuk meningkatkan akurasi dan respon sistem. Selain itu, komunikasi sistem keamanan rumah dengan protokol komunikasi ESP-NOW yang merupakan komunikasi jaringan lokal, dapat ditambahkan fitur-fitur tambahan seperti koneksi ke sistem peringatan keamanan yang lebih besar atau terintegrasi dengan platform monitoring berbasis cloud untuk akses jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, "Statistik Kriminal," *Badan Pus. Stat.*, vol. 14, no. 021, pp. 1–62, 2023, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/12/5edba2b0fe5429a0f232c736/statistik-kriminal-2023.html>
- [2] F. P. Juniawan and D. Y. Sylfania, "Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Kombinasi Sensor Dan Sms Gateway," *J. Teknoinfo*, vol. 13, no. 2, p. 78, 2019, doi: 10.33365/jti.v13i2.304.
- [3] M. A. Parja, B. H. Prasetio, and D. Syauqy, "Implementasi Prototype Sistem Deteksi Letak Gerak dengan Wireless Sensor Network berbasis ESP8266," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 6, pp. 2743–2747, 2023, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/13089>
- [4] S. O. N. Putri, D. F. Sari, E. Iskandar, and I. Y. Buryadi, "Sistem Keamanan Rumah Berbasis Iot Dengan Nodemcu Esp8266 Menggunakan Sensor Pir Sebagai Pendeteksi Gerakan," *J. Inform. Komputer, Bisnis dan Manaj.*, vol. 20, no. 2, pp. 13–22, 2022, doi: 10.61805/fahma.v20i2.29.
- [5] H. W. Huda and A. Setia Budi, "Lokalisasi Dalam Ruangan Menggunakan ESP-Now berbasis Wireless Sensor Network Trilateration dengan Model Free Space Path Loss," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 6, pp. 3009–3015, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [6] R. Anjasmoro, M. H. H. Ichsan, and D. Syauqy, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kotak Benih Terhadap Ruangan Menggunakan Protokol ESP-NOW," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 63–74, 2024, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/13211/5949>
- [7] M. Fajar Arofah, E. Mandayatma, and S. Nurcahyo, "Penerapan Protokol Komunikasi ESP-Now pada Portable Traffic Light," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 52–59, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i1.2749.
- [8] putri Kurniawati, "Rancang Bangun Protokol ESP-Now Untuk Monitoring Kondisi Lingkungan Tanaman Hidroponik," *Univ. Nusantara. PGRI Kediri*, vol. 01, pp. 1–7, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/60204>
- [9] R. O. Syahda, R. Rahmadewi, and D. B. Santoso, "Penerapan Teknologi ESP-NOW : Komunikasi Nirkabel untuk Portable Pelican Crossing," *J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 6, no. 1, pp. 235–242, 2024, doi: 10.33650/jeeecom.v4i2.
- [10] At. Alamsyah, S. Syarif, E. Saepudin, and E. Saepuddin, "Implementasi BTS IoT dengan ESP Now pada Lahan Pertanian Terbuka," *J. Sist. Komput. dan Kecerdasan Buatan*, vol. 7, no. 2, pp. 182–192, 2024, [Online]. Available: <http://pnj.ac.id>
- [11] B. Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 3, pp.

- 136–144, 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i3.95.
- [12] P. S. Frima Yudha and R. A. Sani, “Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino,” *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 5, no. 3, 2019, doi: 10.24114/einstein.v5i3.12002.
- [13] H. Yalandra and P. Jaya, “Rancang Bangun Pengaman Pintu Personal Room Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino,” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.)*, vol. 7, no. 2, p. 118, 2019, doi: 10.24036/voteteknika.v7i2.104347.