



## Rancang Bangun Sistem Pelacak Posisi *Human Indoor Location* menggunakan ESP-Now

Ega Adi Rachmawan<sup>1</sup>, Lilik Subiyanto<sup>2</sup>, Adianto<sup>3</sup>, Mat Syaiin<sup>4</sup>, Aulia Rahma Annisa<sup>5</sup>, Mustika Kurnia Mayangsari<sup>6</sup>

<sup>1,2,4,5,6</sup>Teknik Otomasi, Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>3</sup>Teknik Kalistrikan Kapal, Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

[ega.adi@student.ppns.ac.id](mailto:ega.adi@student.ppns.ac.id), [lksbiyanto@ppns.ac.id](mailto:lksbiyanto@ppns.ac.id), [adiantoanditsan@gmail.com](mailto:adiantoanditsan@gmail.com), [matt.syaiin@ppns.ac.id](mailto:matt.syaiin@ppns.ac.id), [auliaannisa@ppns.ac.id](mailto:auliaannisa@ppns.ac.id), [mustikakurniam@gmail.com](mailto:mustikakurniam@gmail.com)

### Abstract

This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based employee attendance and position tracking system using the ESP-NOW protocol integrated with a web database. This system is designed to automatically record attendance and monitor the position of employees in real-time using the Trilateration method. Data from the ESP32 device is sent to the MySQL database via the MQTT protocol and displayed in an easily accessible website interface. The results show that the system can efficiently recap daily, weekly, and monthly attendance data, as well as display the position history of employees and guests with sufficient accuracy. With the implementation of this system, the efficiency and accuracy of attendance management and employee monitoring at Sutami Hydroelectric Power Plant has increased significantly.

**Keywords:** IoT, ESP-NOW, Automatic Attendance, MQTT.

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem absensi dan pelacakan posisi karyawan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan protokol ESP-NOW yang terintegrasi dengan database web. Sistem ini dirancang untuk mencatat absensi secara otomatis serta memantau posisi karyawan secara real-time menggunakan metode Trilaterasi. Data dari perangkat ESP32 dikirimkan ke database MySQL melalui protokol MQTT dan ditampilkan dalam antarmuka website yang mudah diakses. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat merekap data absensi harian, mingguan, dan bulanan secara efisien, serta menampilkan riwayat posisi karyawan dan tamu dengan akurasi yang memadai. Dengan penerapan sistem ini, efisiensi dan akurasi pengelolaan absensi serta pemantauan karyawan di PLTA Sutami meningkat secara signifikan.

**Kata kunci:** IoT, ESP-NOW, Absensi Otomatis, MQTT.

Diterima Redaksi : 30-04-2025 | Selesai Revisi : 28-06-2025 | Diterbitkan Online : 30-06-2025

### 1. Pendahuluan

Pencatatan kehadiran karyawan merupakan elemen vital dalam manajemen sumber daya manusia, karena data kehadiran yang akurat memengaruhi kinerja, penggajian, produktivitas, serta perkembangan organisasi. Di PLTA Sutami, pencatatan kehadiran, khususnya bagi karyawan non-organik, masih dilakukan secara manual melalui buku absensi, yang berisiko menimbulkan kesalahan dan menyita waktu lebih banyak. Selain itu, dalam operasionalnya, PLTA Sutami sering melibatkan instansi luar seperti kontraktor atau perusahaan pengolahan limbah,

sehingga diperlukan sistem yang mampu membatasi akses tamu sesuai dengan kepentingannya[1].

Selain kebutuhan absensi, pekerjaan karyawan PLTA Sutami bersifat mobile, berpindah antar ruangan seperti ruang operasi unit, ruang RTU, dan ruang film. Hal ini menuntut adanya sistem yang dapat memantau keberadaan karyawan secara real-time di setiap lokasi kerja. Tidak hanya karyawan, tamu dari instansi pendidikan maupun perusahaan lain yang datang untuk kepentingan tertentu juga perlu dipantau untuk membatasi area kerja mereka agar tetap sesuai dengan tujuan kunjungan.

Dalam Study kasus ini terdapat banyak karyawan di PLTA Sutami untuk di monitoring keberadaannya, oleh sebab itu di butuh kan teknologi ESP-Now yang bisa mempermudah menangani permasalahan ini karena ESP-Now mampu bisa transmit hingga 20 *transmitter* ke 1 *receiver*, konsumsi daya rendah efisien, latensi rendah, sistem keamanannya bisa ditingkatkan secara software beda dengan BLE yang bisa terkoneksi kurang lebih 7 dan latensi tinggi, perlunya pairing terebih dahulu.[2] Selain itu nantinya *hardware* ESP-Now *transmitter* di desain seminimalis mungkin.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis merancang sistem berbasis teknologi ESP-Now[3] yang menggabungkan perangkat absensi dan sistem tracking posisi, terintegrasi dengan website berbasis database. Sistem ini memungkinkan data absensi dan lokasi karyawan atau tamu tercatat secara otomatis, disimpan dengan aman di database, dan dapat diakses kapan saja untuk keperluan rekapitulasi bulanan maupun monitoring saat jam kerja[4].

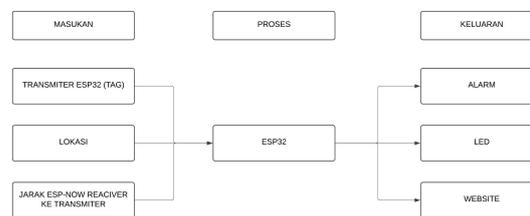
ESP-Now adalah protokol komunikasi nirkabel milik Espressif yang memungkinkan pertukaran data secara langsung antar perangkat ESP32 atau ESP8266 tanpa memerlukan koneksi ke jaringan Wi-Fi. Protokol ini memiliki keunggulan dalam hal latensi rendah, efisiensi energi, serta mendukung komunikasi terenkripsi maupun tidak terenkripsi, ESP-NOW digunakan sebagai protokol utama untuk menghubungkan ESP32 sebagai pengendali dan ESP8266 sebagai penerima dalam sistem mobil mata-mata berbasis ESP32-CAM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi menggunakan ESP-NOW memberikan respon yang cepat dan koneksi yang andal bahkan pada jarak hingga 200 meter. Juga menegaskan bahwa dibandingkan dengan Wi-Fi dan Bluetooth, ESP-NOW lebih unggul untuk aplikasi kontrol waktu nyata karena konsumsi daya yang rendah dan kestabilannya dalam koneksi peer-to-peer. Selain itu, menyoroti bahwa penggunaan ESP-NOW pada sistem kendali jarak jauh memungkinkan transmisi data dengan latensi minimal, menjadikannya ideal untuk sistem pemantauan dan pengawasan berbasis IoT di lingkungan dengan sumber daya terbatas.[5]

ESP-NOW adalah protokol komunikasi nirkabel berbasis Wi-Fi yang dikembangkan oleh Espressif, dirancang untuk pertukaran data cepat dan hemat daya antar perangkat ESP32 atau ESP8266 menggunakan alamat MAC tanpa memerlukan koneksi jaringan. Protokol ini mendukung transmisi data hingga 250 byte, dapat dijalankan dalam berbagai mode komunikasi (one-to-many, many-to-one, half/full duplex), dan memiliki fitur autentikasi internal, baik terenkripsi maupun tidak. Dalam penelitian Abotaleb (2023), ESP-NOW digunakan untuk meningkatkan jangkauan komunikasi pada jaringan instrumentasi nirkabel

berbasis ESP32 yang sebelumnya terbatas akibat hambatan fisik seperti dinding dan jarak. Dengan menambahkan ESP32 sebagai penguat sinyal atau *switch* di titik-titik dengan sinyal lemah, sistem mampu memperluas jangkauan komunikasi secara signifikan tanpa memerlukan perubahan kode utama. Kolaborasi antara ESP-NOW dan WebSerial terbukti meningkatkan keandalan dan keamanan transmisi data, menjadikan ESP-NOW solusi ideal untuk sistem monitoring nirkabel di lingkungan industri dan maritim.[6]

## 2. Metode Penelitian

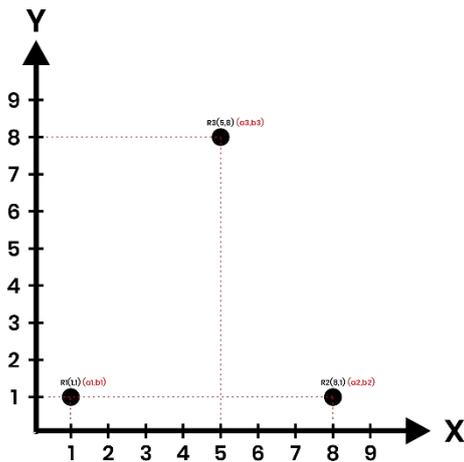
Alur perancangan diagram blok sistem yang ditunjukkan Pada Gambar 1, ada beberapa tahap melalui objek sampai ke *output*, yang pertama adalah *input* yang didapatkan adalah tag (*Transmitter*), Lokasi, dan Jarak *Receiver* ke *Transmitter* Data dari ES32 *Receiver* akan dikirim ke ESP pusat untuk di konversi dari sinyal RSSI ke jarak, selanjutnya disimpan pada MySQL *Database* untuk menyimpan data. Lalu sistem akan mengirimkan data pada tampilan *website*. Ketika tag (*Transmitter*) terdeteksi dalam jangkauan *ESP Now* maka pada *website* akan menampilkan lokasi karyawan secara *real - time*, data absensi karyawan pada waktu masuk dan keluar, serta riwayat lokasi tamu.



Gambar 1. Blok Desain Sistem

### 2.1 Perhitungan Nilai RSSI ke Jarak dan Metode Trilaterasi

Sebagai contoh untuk melakukan perhitungan konversi nilai RSSI ke jarak dan Menggunakan metode Trilaterasi untuk mendapatkan posisi dapat dilihat pada contoh perhitungan di bawah ini. Pada contoh perhitungan konversi RSSI ke jarak ini membutuhkan beberapa parameter. Parameter tersebut antara lain *TX Power*, *RSSI*, dan Konstanta *N* (Konstanta *N* ini tergantung pada faktor lingkungan alat ini berada.



Gambar 2. Posisi Receiver Berdasarkan Koordinat Pusat

$$A = -2(1) + 2(5)$$

$$B = -2(1) + 2(8)$$

$$C = (2.8)^2 - (4)^2 - (1)^2 + (5)^2 - (1)^2 + (8)^2$$

$$D = -2(5) + 2(8)$$

$$E = -2(8) + 2(1)$$

$$F = (4)^2 - (3.3)^2 - (5)^2 + (8)^2 - (8)^2 + (2)^2$$

Dari perhitungan diatas di dapatkan hasil sebagai berikut.

$$A = 8$$

$$B = 14$$

$$C = 78.84$$

$$D = 6$$

$$E = -14$$

$$F = -15.89$$

Setelah mendapatkan nilai A, B, C, D, E, dan F. Selanjutnya adalah mencari nilai x dan y menggunakan persamaan (2.27) dan (2.28). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut.

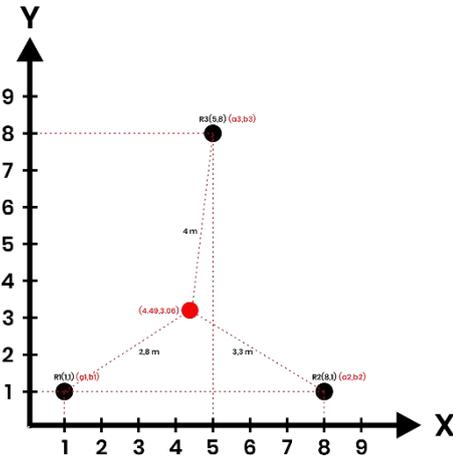
$$x = \frac{(-14x(78.84)) - (14x(-15.89))}{(8x(-14)) - (14x6)} = \frac{(-1103.76) - (-222.46)}{(-122) - (84)} = \frac{(-881.3)}{(-196)} = 4.49$$

$$y = \frac{(8x(-15.89)) - (6x(78.84))}{(8x(-14)) - (14x6)} = \frac{(-127.12) - (473.04)}{(-112) - (84)} = \frac{(-600.16)}{(-196)} = 3.06$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai x dan y yaitu:

$$x = 4.49$$

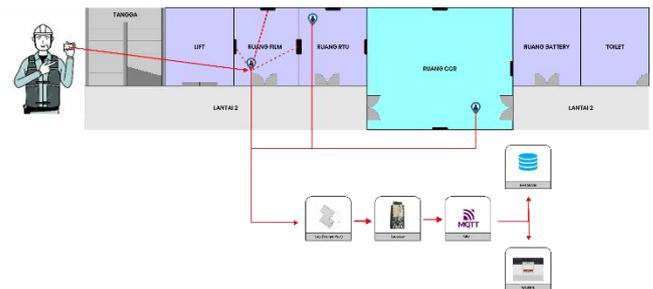
$$y = 3.06$$



Gambar 3. Posisi Transmitter dengan Koordinat X dan Y

## 2.2 Sketsa Desain Maket

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat antarmuka yang dapat memantau secara dinamis karyawan dan tamu, serta mencatat absensi masuk dan keluar karyawan. Penelitian ini akan memberikan solusi untuk memantau karyawan dan membantu meningkatkan tingkat kedisiplinan mereka.



Gambar 4. Sketsa desain maket

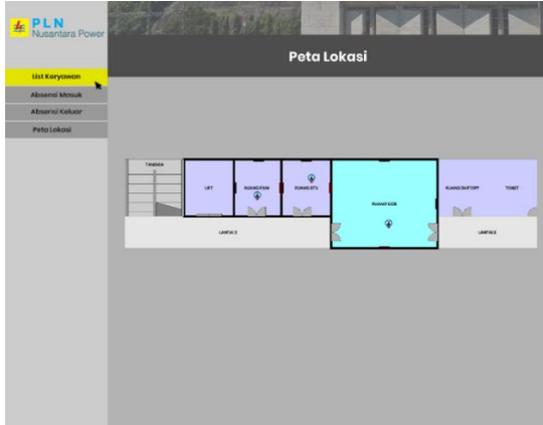
Pada sketsa maket *Hardware ESP Now* sebagai *Receiver* yang akan dipasang pada lokasi area Ruang CCR, Ruang RTU, Ruang FILM dan dengan penempatan yang sesuai dengan pendekatan yang diterapkan, yaitu Trilaterasi *Transmitter* menggunakan *Tag* yang telah di bagi kepada para karyawan dan Tamu yang sedang berkunjung. *Tag* berfungsi untuk mengalamatkan id karyawan atau Tamu lalu akan di tangkap oleh sinyal dari *ESP Now* yang digunakan untuk menentukan posisi karyawan dan tamu.

## 2.3 Flowchart Menjalankan Program

Pada Gambar 5, ada tahapan awal dari sistem mulai bekerja hingga selesai, yang pertama adalah *input* yang didapatkan adalah pendeteksian dari *Hardware ESP-Now* oleh *Transmitter* yaitu : *Hardware ESP-Now* ke *Transmitter*. Data akan di publish menggunakan protocol MQTT, lalu *Database* akan melakukan subscribe ke MQTT untuk mendapatkan data yang telah dikirim dari *ESP-Now Transmitter*. *Website* akan



cari pada tanggal sebelumnya, pada kolom tabel aksi akan memberikan tampilan berupa *check in* dan *checkout*. Pada aksi *check in* dan *check out* adalah pendeteksian masuk karyawan dan pulang karyawan.



Gambar 8. Peta Lokasi

Pada Gambar 8. Merupakan halaman peta lokasi karyawan. Menu halaman ini menampilkan titik koordinat karyawan yang selalu update aktifitas dari karyawan yang berada pada ruangan.

### 3.2. Pengujian Hardware ESP Now area Indoor

Tabel 1. Pengujian Hardware ESP Now area Indoor

No	Sinyal RSSI		
	Menghadap Receiver	Membelakangi Receiver	Di Saku (User)
1	-55	-59	-59
2	-52	-50	-63
3	-47	-48	-43
4	-59	-52	-52
5	-58	-59	-66
6	-51	-54	-59
7	-53	-55	-41
8	-50	-51	-53
9	-57	-57	-50
10	-52	-50	-50
Rata - Rata	-53.4	-53.5	-53.6

Pada Tabel 1 merupakan data hasil uji dalam jarak 4 meter, dapat dilihat bahwa posisi *Tag (Transmitter)* dalam kondisi menghadap ke *Hardware (Receiver)*, dalam kondisi membelakangi *Hardware (Receiver)*, dan dalam kondisi di dalam saku (user), dapat berpengaruh juga dalam menerima sinyal *RSSI*. *Tag (Transmitter)* dalam kondisi menghadap langsung ke *Hardware (Receiver)* adalah kondisi paling baik untuk mendapatkan pancaran sinyal *RSSI*.

### 3.3. Pengujian Tag pada beberapa kondisi

Tabel 2. Pengujian Tag pada beberapa kondisi

No	Jarak (Meter)				
	2	4	6	8	10
1	-48	-59	-54	-60	-68
2	-47	-63	-65	-73	-75
3	-50	-43	-56	-67	-70
4	-51	-52	-58	-70	-72
5	-42	-66	-52	-59	-65
6	-45	-59	-47	-62	-72
7	-48	-41	-55	-69	-77
8	-50	-53	-60	-75	-69
9	-56	-50	-57	-66	-70
10	-42	-50	-55	-69	-73
Rata - Rata	-47.9	-53.6	-55.9	-67	-71,1

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil pengujian pada ruang tertutup (*Indoor*) yang memiliki rentang hasil pembacaan *RSSI* dari 0 sampai -71,1 dari jarak 2 sampai 10 meter.

### 3.4 Pengujian Keberadaan Karyawan

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian perhitungan metode trilaterasi. Pada pengujian ini akan di uji keakuratan antara keberadaan karyawan pada posisi asli dengan keberadaan karyawan pada posisi yang di baca oleh *interface website*.

Tabel 3. Pengujian Keberadaan Kaaryawan

No	X: asli	X: Website	Selisih Nilai X	Y: asli	Y: Website	Selisih Nilai Y
1	2.60	2.50	0.10	1.63	1.60	0.03
Error (%)	0.04%			0.02%		

Pada Tabel 3 peneliti pada koordinat ruangan X : 2.60 dan Y : 1.63 Namun terbaca dalam *website* sebesar X : 2,50 dan Y : 1.60. Dalam pengujian ini dilakukan perbandingan jarak asli dan jarak pada *website*, setelahnya dilakukan perhitungan *error persentase*. Diketahui dari hasil perhitungan di dapatkan *error persentase* untuk koordinat X sebesar 0.03% dan untuk koordinat Y sebesar 0.02% pada ruangan 5 x 2.5 meter.

Tabel 4. Pengujian Keberadaan Kaaryawan

No	X: asli	X: Website	Selisih Nilai X	Y: asli	Y: Website	Selisih Nilai Y
1	1.63	1.60	0.03	1.15	1.21	-0.06
Error (%)	0.02%			-0.05%		

Pada Tabel 4 peneliti pada koordinat ruangan X : 1.63 dan Y : 1.15 Namun terbaca dalam *website* sebesar X : 1.60 dan Y : 1.15. Dalam pengujian ini dilakukan perbandingan jarak asli dan jarak pada *website*, setelahnya dilakukan perhitungan *error persentase*. Diketahui dari hasil perhitungan di dapatkan *error*

*persentase* untuk koordinat X sebesar 0.02% dan untuk koordinat Y sebesar -0.05% pada ruangan 3.20 x 2.30 meter.

Tabel 5. Pengujian Keberadaan Kaaryawan

No	X: asli	X: Websi te	Selisih Nilai X	Y: asli	Y: Website	Selisih Nilai Y
1	3.35	3.31	0.04	2	1.87	0.13
<i>Error (%)</i>	0.01%			0.07%		

Pada Tabel 5 peneliti pada koordinat ruangan X : 3.35 dan Y : 3.31 Namun terbaca dalam *website* sebesar X : 3.31 dan Y : 2. Dalam pengujian ini dilakukan perbandingan jarak asli dan jarak pada *website*, setelahnya dilakukan perhitungan *error persentase*. Diketahui dari hasil perhitungan di dapatkan *error persentase* untuk koordinat X sebesar 0.02% dan untuk koordinat Y sebesar -0.05% pada ruangan 6 x 5 meter.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem absensi otomatis dan pelacakan posisi karyawan secara real-time berbasis IoT menggunakan protokol ESP-NOW dan metode trilaterasi, dengan pengiriman data melalui MQTT ke database MySQL yang ditampilkan di website. Sistem ini terbukti efektif merekam kehadiran serta memantau lokasi terakhir karyawan dan tamu dengan akurasi yang cukup baik, serta meningkatkan efisiensi pengelolaan kehadiran di PLTA Sutami. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa

orientasi dan jarak tag memengaruhi kualitas sinyal RSSI. Ke depan, sistem ini berpotensi diterapkan di berbagai lingkungan kerja serupa, dan disarankan untuk ditingkatkan dengan algoritma kalibrasi atau kecerdasan buatan guna meningkatkan akurasi pelacakan di area indoor.

#### Daftar Rujukan

- [1] Aminudin and H. Yuha, "Kajian Ekonomi Potensi Rooftop Power House Plta Sutami Sebagai Daya Listrik Pemakaian Sendiri," 2021.
- [2] C. Gomez, J. Oller, and J. Paradells, "Overview and evaluation of bluetooth low energy: An emerging low-power wireless technology," *Sensors (Switzerland)*, vol. 12, no. 9, pp. 11734–11753, 2012, doi: 10.3390/s120911734.
- [3] 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.
- [4] M. C. A. Prabowo, S. Kusumastuti, F. A. Busono, and E. P. Wardani, "Orbith Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Budidaya Jangkrik Menggunakan Protokol Esp-Now Berbasis Internet Of Things," *Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa dan Sos.*, vol. 19, no. 1, pp. 52–59, 2024.
- [5] R. V. Gupta *et al.*, "Spy Remote Control Car : ESP-NOW Protocol with".
- [6] M. Abotaleb, "Improved Performance of Wi-Fi Based Communication with Multiple Sensors Through Collaboration Between the WebSerial Remote Serial Monitor and ESP-NOW Protocol," *Sci. J. Gdynia Marit. Univ.*, vol. 6988, no. 127, pp. 42–56, 2023, doi: 10.26408/127.04.