

Rancang Bangun ETS Scanning RFID Ring Merpati Pos Indonesia Pada Aplikasi Poms Live

¹ Ahmad Fiqhi Ibadillah, ² Adi Kurniawan Saputro, ³ Mohammad Yasin Harianto, ⁴ Riza Alfita, ⁵ Monika Faswia Fahmi, ⁶ Achmad Zain Nur

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan,

¹ fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id, ² adi.kurniawan@trunojoyo.ac.id, ³ 200431100059@student.trunojoyo.ac.id,
⁴ riza.alfita@trunojoyo.ac.id, ⁵ monika.faswiaf@trunojoyo.ac.id, ⁶ azain.nur@trunojoyo.ac.id

Abstract - Many carrier pigeon competitions in Indonesia still use manual timekeeping methods that are prone to errors and data manipulation. This research aims to design and build a Radio Frequency Identification (RFID)-based Electronic Timing System (ETS) system integrated with the Poms Live application, to record pigeon arrival times automatically and in real-time. This system uses Wemos Lolin S2 Mini microcontroller as the control center, with the support of RFID reader RDM6300, GPS module GY-NEO6MV2, and RTC DS3231 to obtain identity, location, and time data accurately. Test results show that the RFID reader can read ring chips at an effective distance of up to 2.5 cm with an average response time of 130-140 milliseconds. The GPS module shows location accuracy with a deviation of $\pm 1-2$ meters, while the RTC maintains time stability with high precision. The acquired data is successfully sent to the Poms Live server automatically via Wi-Fi connection. The system also supports semi-offline mode and provides visual and audio feedback through LEDs and buzzers. The implementation of this ETS system is proven to improve efficiency, accuracy and transparency in timekeeping of carrier pigeon competitions. This system can be the right technology solution to support the digitalization of the carrier pigeon community in Indonesia.

Keywords — ETS, RFID, carrier pigeon, Poms Live

Abstrak— Kompetisi merpati pos di Indonesia masih banyak menggunakan metode pencatatan waktu manual yang rentan terhadap kesalahan dan manipulasi data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Electronic Timing System (ETS) berbasis Radio Frequency Identification (RFID) yang terintegrasi dengan aplikasi Poms Live, guna mencatat waktu kedatangan merpati secara otomatis dan real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Wemos Lolin S2 Mini sebagai pusat kendali, dengan dukungan RFID reader RDM6300, modul GPS GY-NEO6MV2, dan RTC DS3231 untuk memperoleh data identitas, lokasi, dan waktu secara akurat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa RFID reader dapat membaca *ring chip* pada jarak efektif hingga 2,5 cm dengan waktu respon rata-rata 130–140 milidetik. Modul GPS menunjukkan akurasi lokasi dengan deviasi $\pm 1-2$ meter, sementara RTC menjaga kestabilan waktu dengan presisi tinggi. Data yang diperoleh berhasil dikirim ke server Poms Live secara otomatis melalui koneksi Wi-Fi. Sistem juga mendukung mode semi-offline dan memberikan umpan balik visual serta audio melalui LED dan buzzer. Implementasi sistem ETS ini terbukti meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pencatatan waktu kompetisi merpati pos. Sistem ini dapat menjadi solusi teknologi yang tepat dalam mendukung digitalisasi komunitas merpati pos di Indonesia.

Kata Kunci— ETS, RFID, Merpati pos, Poms Live

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak yang signifikan pada berbagai sektor kehidupan, termasuk di antaranya dalam bidang olahraga dan hobi. Salah satu hobi yang cukup populer dan memiliki nilai budaya yang tinggi di Indonesia adalah pemeliharaan dan balap merpati pos. Dalam beberapa dekade terakhir, kegiatan ini telah berkembang menjadi ajang kompetisi yang diminati banyak orang, dengan hadiah yang tidak jarang bernilai cukup besar [1]. Seiring meningkatnya skala dan frekuensi kompetisi, metode pencatatan waktu manual semakin menunjukkan keterbatasannya, seperti kesalahan pencatatan, keterlambatan pemrosesan data, dan potensi manipulasi hasil, yang merugikan peserta dan menurunkan kredibilitas kompetisi. Dalam era digital, muncul

Teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) sebagai solusi efektif untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi, termasuk dalam balap merpati pos. RFID adalah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi dan melacak objek. Sistem ini memungkinkan identifikasi otomatis melalui pemasangan cincin RFID pada merpati yang terbaca oleh reader saat burung tiba [2]. Sistem RFID terdiri dari tag dan pembaca yang memungkinkan identifikasi serta pelacakan objek secara otomatis tanpa kontak langsung. Tag RFID berisi mikrochip dan antena untuk menyimpan serta mengirim data melalui gelombang radio ke pembaca RFID. Teknologi ini banyak digunakan dalam pengelolaan inventaris, rantai pasokan, dan kontrol akses karena keunggulannya dibanding barcode. Pembaca RFID berfungsi membaca dan mengirim data dari tag ke sistem backend untuk dianalisis. Terdapat dua jenis pembaca: pasif (menerima sinyal dari tag aktif) dan aktif (mengirim sinyal ke tag pasif dan mengaktifkannya) [3]. Mengacu pada penelitian Dian Artanto, Eko Aris Budi Cahyono, dan Pippie Arbiyanti (2024), metode perhitungan kecepatan terbang lomba merpati pos secara manual seringkali menimbulkan ketidakefektifan dan ketidakpraktisan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi alternatif. Penelitian ini bertujuan meningkatkan akurasi penghitungan kecepatan terbang merpati pos dengan peralatan yang ekonomis dan mudah diperoleh dipasaran lokal [4].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sistem Electronic Timing System (ETS) berbasis RFID menjadi alternatif yang menjanjikan. Sistem ini mampu mencatat waktu kedatangan merpati secara otomatis dan real-time tanpa campur tangan manusia, sehingga dapat meminimalisasi kesalahan pencatatan dan meningkatkan transparansi hasil lomba. Dengan mengintegrasikan teknologi RFID, modul GPS, dan RTC (Real Time Clock), sistem ini tidak hanya mencatat waktu kedatangan secara akurat, tetapi juga mampu menghitung kecepatan terbang berdasarkan jarak dan waktu secara otomatis. Selain meningkatkan efisiensi, penggunaan komponen yang ekonomis dan tersedia secara luas di pasaran juga menjadikan sistem ini lebih terjangkau dan aplikatif bagi komunitas penghobi merpati pos di berbagai daerah.

Lebih lanjut, integrasi sistem ini dengan konsep Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk pemantauan dan pengelolaan data secara daring. Melalui konektivitas IoT, data hasil pembacaan RFID, lokasi GPS, dan waktu dari RTC dapat dikirim secara real-time ke server atau aplikasi berbasis web, sehingga panitia dan peserta lomba dapat memantau hasil secara langsung tanpa perlu menunggu proses rekap manual [5]. Pemanfaatan IoT juga memungkinkan penyimpanan data secara terpusat, analisis performa merpati dari waktu ke waktu, serta peningkatan transparansi dan akuntabilitas dalam setiap perlombaan. Dengan demikian, sistem ETS berbasis RFID yang terhubung IoT tidak hanya menjawab tantangan teknis pencatatan waktu, tetapi juga mendorong transformasi digital dalam dunia balap merpati pos. Merpati adalah burung cerdas dengan kemampuan navigasi tinggi. Merpati pos menggunakan medan magnet bumi dan jaringan kaya zat besi di antara matanya untuk menentukan arah, serta dikenal setia dan mampu kembali ke sarang dari jarak jauh [6].

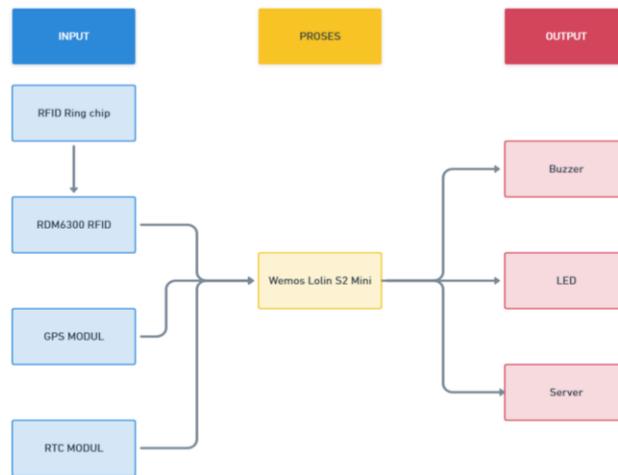
Kemampuan navigasi alami merpati yang luar biasa ini menginspirasi pengembangan teknologi modern, salah satunya adalah sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan mikrokontroler seperti Wemos Lolin S2 Mini. Wemos Lolin S2 Mini adalah mikrokontroler berbasis ESP32-S2 yang mendukung Wi-Fi 2.4 GHz dan dilengkapi fitur native USB, efisiensi daya tinggi, serta keamanan yang baik. Dengan ukuran kecil (17.5 mm x 38 mm), papan ini cocok untuk proyek ruang terbatas. Memiliki 4 MB flash, 2 MB PSRAM, dan 320 KB SRAM, serta sekitar 27 pin GPIO multifungsi. Port USB Type-C memudahkan pemrograman, dan dukungan deep sleep mode menjadikannya ideal untuk perangkat hemat daya. Kompatibel dengan Arduino IDE, MicroPython, dan ESP-IDF, Lolin S2 Mini adalah pilihan andal untuk berbagai proyek IoT modern [7]. Untuk mendukung pencatatan waktu yang akurat dalam sistem monitoring tersebut, digunakan modul RTC (Real-Time Clock) yang mampu menyimpan informasi waktu secara presisi dan tetap berjalan meskipun perangkat utama kehilangan daya, berkat adanya baterai cadangan. Kombinasi antara mikrokontroler dan RTC ini sangat ideal dalam proyek berbasis waktu seperti pelacakan penerbangan merpati atau sistem otomatisasi berbasis IoT lainnya [8]. Untuk memahami lebih dalam mengenai peran RTC dalam sistem tersebut, penting untuk mengetahui bagaimana chip RTC bekerja dan jenis-jenisnya yang umum digunakan. RTC adalah chip jam elektronik yang menghitung dan menyimpan waktu secara akurat secara real time, bahkan saat perangkat mati, berkat baterai internal. Umumnya ditemukan di motherboard PC dekat chip BIOS, RTC menggunakan osilator kristal untuk presisi tinggi. Beberapa jenis populer di pasaran antara lain DS12C887, DS1307, DS1302, dan DS3234 [9]. Selain RTC yang berperan dalam pencatatan waktu internal perangkat, sistem monitoring juga sering dilengkapi dengan modul GPS untuk memperoleh data posisi dan waktu secara global dan real-time, sehingga kedua komponen ini saling melengkapi dalam aplikasi yang membutuhkan akurasi tinggi. GPS (Global

Positioning System) adalah sistem navigasi satelit milik AS yang menyediakan informasi posisi, kecepatan, dan waktu secara akurat, real-time, dan bebas cuaca di seluruh dunia. Satelit GPS mengirimkan sinyal yang diterima oleh perangkat GPS di Bumi, yang kemudian memproses data tersebut untuk menentukan lokasi dan waktu. Perangkat GPS terdiri dari antena penerima dan modul pemroses data, dan digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan informasi lokasi yang presisi [10]

Pada penelitian yang dilakukan oleh Indria Herman dkk, melakukan sebuah penelitian berjudul “Pengembangan prototipe sistem pencatatan waktu untuk pengukuran kecepatan secara otomatis pada sprint 60-meter”. mengembangkan prototipe sistem pencatatan waktu otomatis untuk sprint 60 meter yang ekonomis dan akurat. Menggunakan metode research and development dan melibatkan 12 atlet, hasilnya menunjukkan akurasi tinggi sehingga prototipe ini cocok digunakan untuk identifikasi bakat atlet dengan biaya lebih rendah dibandingkan alat komersial [11]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rina Ambar Dewanti dan Iwan Hermawan, melakukan sebuah penelitian berjudul “Studi perbandingan pengukuran kecepatan lari menggunakan timing gate dan stopwatch untuk mengurangi human error”. Membandingkan akurasi pengukuran kecepatan lari menggunakan sensor kamera inframerah dan stopwatch. Melibatkan 20 pelatih, hasilnya menunjukkan bahwa sensor inframerah lebih akurat dan mampu mengurangi human error, sehingga berpotensi meningkatkan kualitas pengukuran dalam industri olahraga [12]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Frisman Panjaitan dkk, melakukan sebuah penelitian berjudul “Penggunaan Radio Frequency Identification dalam Proses Absensi Kehadiran Pegawai Menggunakan Arduino”. mengembangkan sistem absensi pegawai berbasis RFID menggunakan Arduino untuk menggantikan metode manual yang tidak efisien dan rawan kesalahan. Sistem ini bertujuan meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan kehadiran di lingkungan kerja [13]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rakha Hasan Pramudhito, Herman Tolle, Wibishono Sukmo Wardhono, melakukan sebuah penelitian berjudul “Pengembangan Aplikasi Mobile Pencatat Hasil Lomba Tembak Reaksi menggunakan Stop plate Sensor Getar berbasis Arduino”. Penelitian ini membahas pengembangan aplikasi mobile berbasis Arduino dan sensor getar untuk mencatat hasil lomba tembak reaksi secara real-time. Sistem ini mempermudah tugas Range Officer (RO) dengan mencatat data secara otomatis dan mengunggahnya ke database MySQL. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi berfungsi baik dan akurat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan dalam perlombaan [14]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sindhu Rakasiwi, Yuli Fitrianto, Erlangga Baskara, melakukan sebuah penelitian berjudul “Sistem Absensi Pegawai Berbasis Radio Frequency Identification”. Penelitian ini membahas pengembangan sistem absensi pegawai berbasis RFID untuk menggantikan metode manual di Kantor XXX. Sistem ini memungkinkan pencatatan kehadiran secara otomatis melalui kartu RFID yang terhubung dengan aplikasi web dan database MySQL. Hasilnya menunjukkan peningkatan akurasi, efisiensi, serta pengurangan beban administratif, menjadikan RFID solusi efektif untuk mendukung profesionalisme di instansi pemerintah [15].

II. METODE PENELITIAN

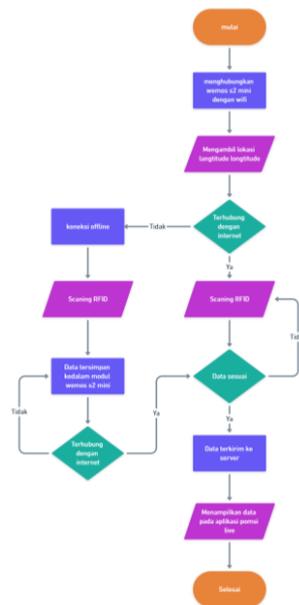
A. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. 1 Blok Diagram Sistem

Sistem Electronic Timing System (ETS) ini menggunakan mikrokontroler Wemos Lolin S2 Mini sebagai pusat kendali, yang mengintegrasikan RFID Reader RDM6300, GPS GY-NEO6MV2, dan modul RTC DS3231. RFID membaca ID merpati secara otomatis, GPS menyediakan lokasi dan waktu UTC, sementara RTC menjaga akurasi waktu saat sinyal GPS terganggu. Data dari ketiga komponen diproses oleh mikrokontroler dan dikirim melalui Wi-Fi ke aplikasi Poms Live untuk pemantauan real-time. Sistem ini juga dilengkapi buzzer dan LED sebagai indikator status, memberikan notifikasi visual dan audio kepada pengguna. Dengan demikian, ETS berbasis IoT ini meningkatkan akurasi, efisiensi, dan transparansi dalam lomba merpati pos.

B. Flowchart Sistem

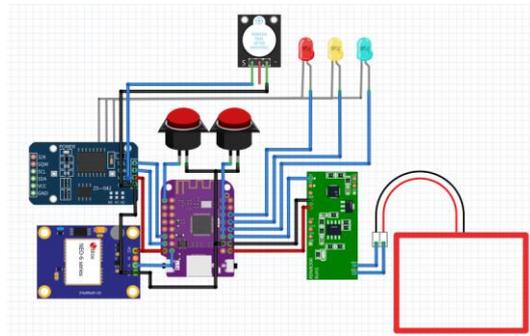


Gambar 2. 2 Flowchart Sistem

Proses kerja ETS berbasis Wemos S2 Mini dimulai dari inisialisasi koneksi Wi-Fi, dilanjutkan dengan aktivasi GPS untuk memperoleh koordinat lokasi. Jika terhubung internet, sistem langsung memindai RFID dan mengirim data ke server. Jika offline, data disimpan sementara dan dikirim saat koneksi pulih. Sistem

memvalidasi data sebelum pengiriman ke aplikasi Poms Live, yang menampilkan informasi waktu dan lokasi kedatangan merpati secara real-time. Sistem ini tetap andal baik dalam kondisi online maupun offline.

C. Wiring Diagram



Gambar 2. 3 Wiring Diagram

Proyek Electronic Timing System (ETS) ini menggunakan mikrokontroler Wemos Lolin S2 Mini sebagai pusat kendali, yang terhubung dengan komponen seperti RFID Reader RDM6300, GPS GY-NEO6MV2, dan RTC DS3231 untuk mencatat identitas, lokasi, dan waktu kedatangan merpati secara otomatis. Komunikasi antar komponen menggunakan UART dan I2C melalui pin GPIO Wemos. Sistem juga dilengkapi buzzer sebagai notifikasi suara, rocker switch untuk daya, tactile switch sebagai reset, serta tiga LED indikator (merah, kuning, biru) untuk status sistem. Semua komponen disuplai daya dari sumber utama, memungkinkan sistem bekerja efisien baik secara online maupun offline.

D. Kebutuhan Daya Sistem

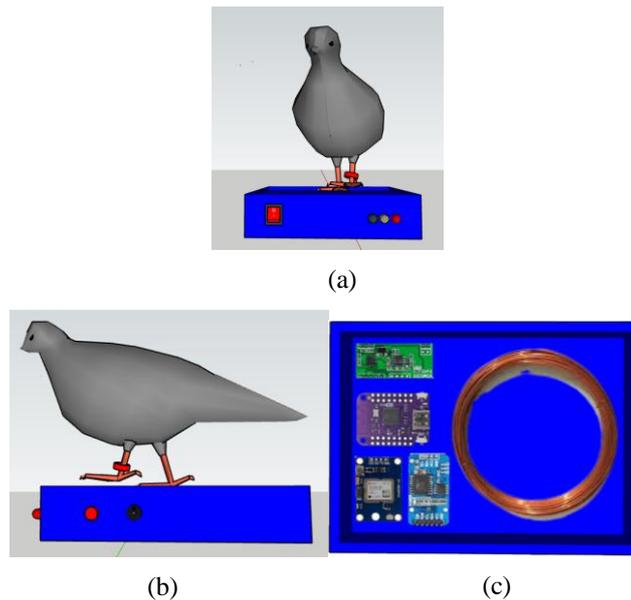
Dalam perancangan alat “Rancang Bangun ETS Scanning RFID Ring merpati pos Indonesia Pada Aplikasi Poms Live”, diperlukan rangkaian komponen elektronik untuk memastikan alat berfungsi sesuai dengan tujuannya. Oleh karena itu, penting untuk menghitung kebutuhan daya agar dapat menentukan jumlah daya yang diperlukan.

Tabel 2. 1 Kebutuhan Daya Sistem

No	Nama Komponen	Tegangan	Daya	Arus
1	Wemos Lolin S2 mini	3.3 V	0.99 W	0.30 A
2	RDM6300 RFID	3.3 V	0.165 W	0.05 A
3	GPS Module	3.3 V	0.132 W	0.04 A
4	RTC Module	3.3 V	0.0033 W	0.001 A
5	Buzzer	3.3 V	0.099 W	0.03 A
6	Led (merah,kuning,biru)	3.3 V	0.198 W	0.06 A
Total			1.5873 W	0.481

E. Desain Alat

Dalam pembuatan alat scanning rfid ring merpati pos indonesia, perancangan desain alat sangatlah penting untuk memberikan gambaran yang jelas bagaimana alat itu akan dibuat. Selain itu, dengan adanya desain alat pada perencanaan desain akan mengetahui letak komponen pada alat yang akan dibuat. Diharapkan dengan adanya perencanaan desain dapat mempermudah dalam pembuatan alat scanning rfid ring merpati pos indonesia. Pada tahap perancangan desain alat monitoring kecepatan angin berbasis IoT, perlu mempertimbangkan faktor lingkungan, strategis penempatan komponen utama, desain antarmuka pengguna yang mudah dipahami, dan aspek keamanan data. Dengan memperhatikan semua ini, diharapkan alat dapat dikembangkan dengan sukses, memberikan kontribusi dalam pemantauan kondisi lingkungan secara real-time.



Gambar 2. 4 (a) Tampak depan (b) Tampak samping (c) Penempatan komponen

F. Tampilan Poms Live

Poms Live adalah platform pemantauan balap merpati secara digital yang digunakan untuk menampilkan data waktu tempuh merpati secara real-time. Aplikasi ini mendukung integrasi dengan sistem RFID dan GPS sehingga mempermudah panitia maupun peserta dalam memantau hasil perlombaan.



Gambar 2. 5 Tampilan beranda poms live

Fitur utama pada beranda:

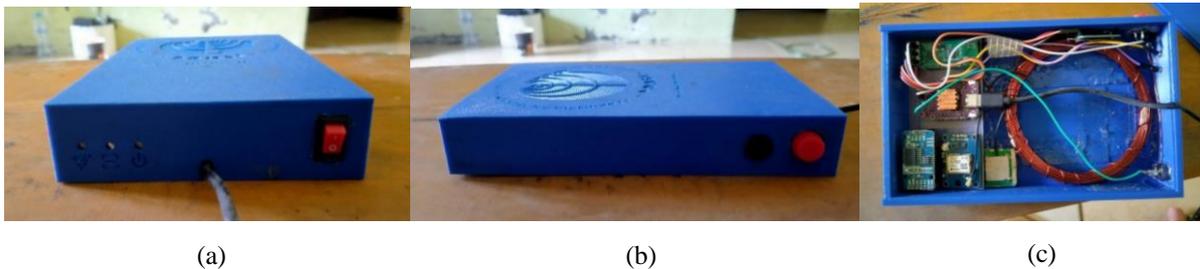
1. Data Burung (hijau)
Menampilkan daftar burung yang terdaftar dalam sistem, lengkap dengan informasi identitas seperti nomor ring (RFID), nama pemilik, dan kategori lomba.
2. Seri Lomba (kuning)
Berisi daftar seri lomba yang sedang atau telah dilaksanakan. Pengguna dapat melihat detail masing-masing seri, termasuk lokasi, jadwal, dan peserta.
3. Kirim Stiker (biru)
Fitur ini digunakan untuk mengirim data atau stiker identitas ke panitia atau sistem. Biasanya berhubungan dengan registrasi peserta lomba.
4. Hasil Lomba (coklat)
Menampilkan hasil akhir dari perlombaan merpati, termasuk urutan pemenang, waktu tempuh, dan kecepatan rata-rata.
5. ACE National (ungu)
Merupakan fitur peringkat nasional untuk burung-burung tercepat atau paling konsisten. Berfungsi sebagai sistem penilaian prestasi nasional.
6. Data Pomp (biru muda)

Digunakan untuk menampilkan data POMP (Pengurus Organisasi Merpati Pos), berisi informasi struktur organisasi dan relasi antaranggota.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

Pengujian integrasi ETS dengan aplikasi POMSI Live memastikan perangkat keras dan lunak bekerja sinkron dalam mencatat ID merpati, waktu, dan lokasi secara real-time. Sistem terdiri dari Wemos Lolin S2 Mini, RFID RDM6300, GPS GY-NEO6MV2, dan RTC DS3231. Perangkat dikemas dalam casing 3D printing biru dengan logo “POMSI”, dilengkapi LED indikator, sakelar power, dan tombol pengujian/reset. Antena RFID berbentuk lingkaran dari kawat tembaga 7 meter dipasang di lintasan merpati untuk memastikan pembacaan cepat dan akurat.



Gambar 3. 1 (a) bagian depan alat (b) bagian samping alat (c) bagian dalam alat

B. Pengujian RDM6300 RFID

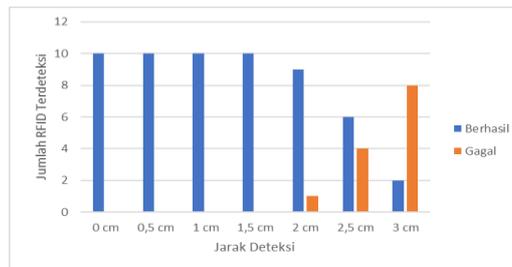
Modul RDM6300 RFID yang digunakan dalam proyek Electronic Timing System Merpati telah berhasil diuji dengan hasil yang memuaskan. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan RFID ring chip ke antena yang dibuat dari kawat tembaga sepanjang 7 meter yang dililit membentuk lingkaran berdiameter 9,5 cm. Dari hasil pengujian, modul mampu mendeteksi ID RFID secara konsisten pada jarak efektif antara 0 hingga 2,5 cm. Chip RFID tetap dapat terbaca dengan baik meskipun dalam kondisi gerakan cepat, meskipun terdapat sedikit keterlambatan respon. Namun, jika jarak melebihi 3 cm, modul gagal mendeteksi chip, menandakan bahwa jangkauan efektif pembacaan cukup terbatas. Secara keseluruhan, modul RDM6300 berfungsi dengan baik dan mampu memenuhi kebutuhan sistem pencatatan waktu otomatis dalam lomba merpati pos, asalkan posisi chip berada dalam jangkauan deteksi antena.

Tabel 3. 1 Data pengujian RDM6300

No	Jarak deteksi	ID RFID Terdeteksi	Status
1	0 cm	267dd2	Berhasil
2	0,5 cm	267dd2	Berhasil
3	1 cm	267dd2	Berhasil
4	1,5 cm	267dd2	Berhasil
5	2 cm	267dd2	Berhasil
6	2,5 cm	267dd2	Berhasil
7	3 cm	-	Gagal
8	0 cm	D340a2	Berhasil
9	0,5 cm	D340a2	Berhasil
10	1 cm	D340a2	Berhasil

11	1,5 cm	D340a2	Berhasil
12	2 cm	-	Gagal
13	2,5 cm	-	Gagal
14	3 cm	-	Gagal
15	0 cm	208dc1	Berhasil
16	0,5 cm	208dc1	Berhasil
17	1 cm	208dc1	Berhasil
18	1,5 cm	208dc1	Berhasil
19	2 cm	208dc1	Berhasil
20	2,5 cm	208dc1	Berhasil
21	3 cm	-	Gagal
22	0 cm	22017d	Berhasil
23	0,5 cm	22017d	Berhasil
24	1 cm	22017d	Berhasil
25	1,5 cm	22017d	Berhasil
26	2 cm	22017d	Berhasil
27	2,5 cm	22017d	Berhasil
28	3 cm	22017d	Berhasil
29	0 cm	D340a5	Berhasil
30	0,5 cm	D340a5	Berhasil
31	1 cm	D340a5	Berhasil
32	1,5 cm	D340a5	Berhasil
33	2 cm	D340a5	Berhasil
34	2,5 cm	-	Gagal
35	3 cm	-	Gagal
36	0 cm	30b867	Berhasil
37	0,5 cm	30b867	Berhasil
38	1 cm	30b867	Berhasil
39	1,5 cm	30b867	Berhasil
40	2 cm	30b867	Berhasil
41	2,5 cm	30b867	Berhasil
42	3 cm	-	Gagal
43	0 cm	5253fff	Berhasil
44	0,5 cm	5253fff	Berhasil
45	1 cm	5253fff	Berhasil
46	1,5 cm	5253fff	Berhasil
47	2 cm	5253fff	Berhasil
48	2,5 cm	5253fff	Berhasil
49	3 cm	5253fff	Berhasil
50	0 cm	D3402b	Berhasil
51	0,5 cm	D3402b	Berhasil
52	1 cm	D3402b	Berhasil
53	1,5 cm	D3402b	Berhasil
54	2 cm	D3402b	Berhasil
55	2,5 cm	-	Gagal
56	3 cm	-	Gagal
57	0 cm	675479	Berhasil
58	0,5 cm	675479	Berhasil
59	1 cm	675479	Berhasil

60	1,5 cm	675479	Berhasil
61	2 cm	675479	Berhasil
62	2,5 cm	-	Gagal
63	3 cm	-	Gagal
64	0 cm	2ffae1	Berhasil
65	0,5 cm	2ffae1	Berhasil
66	1 cm	2ffae1	Berhasil
67	1,5 cm	2ffae1	Berhasil
68	2 cm	2ffae1	Berhasil
69	2,5 cm	2ffae1	Berhasil
70	3 cm	-	Gagal



Gambar 3. 2 Grafik data pengujian RDM6300

Grafik menunjukkan bahwa sistem RFID bekerja optimal pada jarak 0–1,5 cm dengan 100% keberhasilan pembacaan. Pada jarak 2 cm, performa mulai menurun (9 berhasil, 1 gagal), dan semakin menurun pada 2,5 cm (6 berhasil, 4 gagal) hingga 3 cm (2 berhasil, 8 gagal). Kesimpulannya, jarak deteksi ideal adalah maksimal 1,5 cm, karena di atas jarak tersebut pembacaan menjadi tidak stabil dan berisiko gagal. Temuan ini penting untuk penempatan tag RFID dan antena yang tepat.

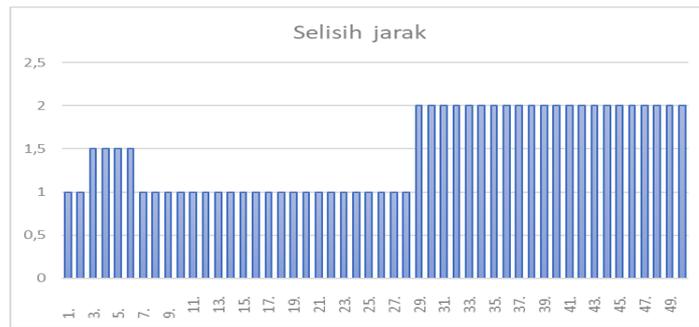
C. Pengujian GPS

Modul GPS GY-NEO6MV2 telah diuji di area terbuka untuk memastikan akurasi koordinat dalam bentuk latitude dan longitude. Modul berhasil memperoleh sinyal satelit (fix) dalam waktu 35–60 detik setelah dinyalakan, dengan akurasi rata-rata ±3 meter. Hasil koordinat kemudian dibandingkan dengan titik lokasi pada Google Maps, menunjukkan selisih 2–4 meter yang masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk kebutuhan pemantauan posisi pada lomba merpati. Modul ini juga mampu memperbarui data setiap 1 detik (1 Hz), sehingga cukup responsif terhadap perubahan posisi, meskipun digunakan secara statis sebagai titik akhir. Berdasarkan hasil pengujian, GY-NEO6MV2 dinyatakan akurat dan layak digunakan dalam sistem pencatatan waktu berbasis lokasi secara real-time.

Tabel 3. 2 Pengujian GPS GY-NEO6MV2

No	Gps gy-neo6mv2	Google maps	Selisih jarak
1	-7.120025, 112.710757	7°07'12.1"S 112°42'38.7"E	1 meter
2	-7.120032, 112.710756	7°07'12.1"S 112°42'38.7"E	1 meter
3	-7.120038, 112.710767	7°07'12.1"S 112°42'38.8"E	1,5 meter
4	-7.120039, 112.710766	7°07'12.1"S 112°42'38.8"E	1,5 meter
5	-7.120038, 112.710765	7°07'12.1"S 112°42'38.8"E	1,5 meter
6	-7.120039, 112.710763	7°07'12.1"S 112°42'38.8"E	1,5 meter
7	-7.120030, 112.710757	7°07'12.1"S 112°42'38.7"E	1 meter
8	-7.120022, 112.710751	7°07'12.1"S 112°42'38.7"E	1 meter
9	-7.120021, 112.710748	7°07'12.1"S 112°42'38.7"E	1 meter
10	-7.120018, 112.710745	7°07'12.1"S 112°42'38.7"E	1 meter
11	-7.119998, 112.710747	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter

12	-7.119997, 112.710746	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
13	-7.119997, 112.710745	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
14	-7.119998, 112.710746	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
15	-7.119999, 112.710747	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
16	-7.120000, 112.710747	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
17	-7.120000, 112.710746	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
18	-7.119999, 112.710748	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
19	-7.119999, 112.710752	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
20	-7.119998, 112.710754	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
21	-7.119996, 112.710756	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
22	-7.119993, 112.710755	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
23	-7.119991, 112.710754	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
24	-7.119987, 112.710752	7°07'12.0"S 112°42'38.7"E	1 meter
25	-7.119983, 112.710746	7°07'11.9"S 112°42'38.7"E	1 meter
26	-7.119981, 112.710744	7°07'11.9"S 112°42'38.7"E	1 meter
27	-7.119980, 112.710742	7°07'11.9"S 112°42'38.7"E	1 meter
28	-7.119982, 112.710736	7°07'11.9"S 112°42'38.7"E	1 meter
29	-7.119981, 112.710734	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
30	-7.119981, 112.710732	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
31	-7.119981, 112.710731	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
32	-7.119981, 112.710730	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
33	-7.119981, 112.710729	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
34	-7.119980, 112.710728	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
35	-7.119978, 112.710728	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
36	-7.119977, 112.710729	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
37	-7.119976, 112.710730	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
38	-7.119976, 112.710725	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
39	-7.119974, 112.710723	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
40	-7.119974, 112.710722	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
41	-7.119973, 112.710721	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
42	-7.119972, 112.710721	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
43	-7.119971, 112.710721	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
44	-7.119971, 112.710722	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
45	-7.119971, 112.710722	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
46	-7.119971, 112.710720	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
47	-7.119967, 112.710723	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
48	-7.119968, 112.710723	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
49	-7.119968, 112.710724	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter
50	-7.119967, 112.710723	7°07'11.9"S 112°42'38.6"E	2 meter



Gambar 3.3 Grafik selisih jarak GPS GY-NEO6MV2 dengan Google Maps

Berdasarkan grafik, selisih koordinat GPS GY-NEO6MV2 terhadap titik referensi Google Maps sebagian besar berada dalam rentang 1–2 meter. Pada data awal (nomor 1–28), selisih berada di kisaran 1–1,5 meter, menunjukkan akurasi yang baik dan stabil. Namun, mulai data nomor 29 hingga 49, selisih meningkat secara konsisten menjadi 2 meter, yang mengindikasikan penurunan akurasi atau pergeseran posisi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perubahan posisi alat, gangguan sinyal satelit, atau faktor lingkungan seperti pepohonan dan bangunan. Secara keseluruhan, akurasi GPS masih dapat diterima untuk aplikasi sederhana, namun lonjakan selisih pada segmen akhir perlu diperhatikan, terutama jika sistem digunakan untuk kebutuhan presisi tinggi.

D. Pengujian Sistem Integrasi RFID + GPS + RTC

Percobaan ini bertujuan untuk menguji keandalan dan akurasi sistem Electronic Timing System (ETS) dalam merekam data check-in burung merpati secara otomatis menggunakan teknologi RFID. Sistem dirancang untuk mendeteksi kehadiran burung yang telah dilengkapi dengan tag RFID saat melintasi area pembacaan, dan mencatat data berupa identitas unik RFID, posisi geografis (latitude dan longitude), serta waktu kedatangan secara real-time dengan ketelitian hingga milidetik. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem mampu membaca dan mencatat data dari beberapa tag RFID secara berurutan tanpa terjadi tabrakan data atau kesalahan identifikasi. Setiap entri tercatat dengan lokasi yang relatif konstan, yang menunjukkan bahwa antena dan pembaca RFID telah dikalibrasi dengan baik untuk menangkap sinyal pada titik yang telah ditentukan. Selain itu, waktu pencatatan yang konsisten menunjukkan bahwa modul pencatat waktu (RTC) dan sistem pemrosesan data berjalan stabil selama pengujian.

Tabel 3. 3 Pengujian Sistem Integrasi RFID + GPS + RTC

No	Kode RFID	Lat,Long	Tgl Checkin
1	5253fff	-7.120024, 112.710744	2025-07-09 18:19:10.711
2	5253fff	-7.120024, 112.710745	2025-07-09 18:19:18.520
3	5253fff	-7.120023, 112.710747	2025-07-09 18:19:26.221
4	5253fff	-7.120022, 112.710748	2025-07-09 18:19:34.287
5	5253fff	-7.120021, 112.710750	2025-07-09 18:19:39.351
6	d340a2	-7.120026, 112.710775	2025-07-09 18:20:27.282
7	d340a2	-7.120027, 112.710780	2025-07-09 18:20:33.126
8	d340a2	-7.120029, 112.710783	2025-07-09 18:20:40.220
9	d340a2	-7.120033, 112.710786	2025-07-09 18:20:49.429
10	d340a2	-7.120033, 112.710786	2025-07-09 18:20:58.732
11	d3402b	-7.120025, 112.710757	2025-07-09 18:22:07.818
12	d3402b	-7.120025, 112.710757	2025-07-09 18:22:07.818
13	d3402b	-7.120020, 112.710754	2025-07-09 18:22:27.098
14	d3402b	-7.120020, 112.710751	2025-07-09 18:22:48.532
15	d3402b	-7.120017, 112.710746	2025-07-09 18:23:02.037
16	30b867	-7.120012, 112.710748	2025-07-09 18:24:45.981
17	30b867	-7.120012, 112.710748	2025-07-09 18:24:57.422
18	30b867	-7.120014, 112.710747	2025-07-09 18:25:03.162
19	30b867	-7.120014, 112.710745	2025-07-09 18:25:08.248
20	30b867	-7.120016, 112.710744	2025-07-09 18:25:13.910
21	22017d	-7.120022, 112.710739	2025-07-09 18:26:05.669
22	22017d	-7.120022, 112.710744	2025-07-09 18:26:13.430
23	22017d	-7.120025, 112.710748	2025-07-09 18:26:33.078
24	22017d	-7.120025, 112.710748	2025-07-09 18:26:39.162
25	22017d	-7.120022, 112.710748	2025-07-09 18:26:48.735
26	2ffae1	-7.119990, 112.710745	2025-07-09 18:27:44.368
27	2ffae1	-7.119988, 112.710745	2025-07-09 18:27:49.760
28	2ffae1	-7.119986, 112.710746	2025-07-09 18:27:58.905
29	2ffae1	-7.119977, 112.710749	2025-07-09 18:28:13.571
30	2ffae1	-7.119967, 112.710754	2025-07-09 18:28:28.198
31	d340a5	-7.119967, 112.710723	2025-07-09 18:30:12.354
32	d340a5	-7.119968, 112.710724	2025-07-09 18:30:19.243
33	d340a5	-7.119968, 112.710723	2025-07-09 18:30:30.138
34	d340a5	-7.119967, 112.710723	2025-07-09 18:30:38.495
35	d340a5	-7.119971, 112.710720	2025-07-09 18:30:59.234
36	267dd2	-7.119974, 112.710722	2025-07-09 18:32:09.840
37	267dd2	-7.119974, 112.710723	2025-07-09 18:32:19.417
38	267dd2	-7.119976, 112.710725	2025-07-09 18:32:30.568
39	267dd2	-7.119976, 112.710730	2025-07-09 18:32:41.388
40	267dd2	-7.119977, 112.710729	2025-07-09 18:32:49.588
41	675459	-7.119981, 112.710732	2025-07-09 18:33:47.640
42	675459	-7.119981, 112.710734	2025-07-09 18:33:54.191
43	675459	-7.119982, 112.710736	2025-07-09 18:34:00.642
44	675459	-7.119980, 112.710742	2025-07-09 18:34:12.992
45	675459	-7.119981, 112.710744	2025-07-09 18:34:29.771
46	208dc1	-7.119998, 112.710754	2025-07-09 18:35:32.994
47	208dc1	-7.119999, 112.710752	2025-07-09 18:35:38.455

48	208dc1	-7.119999, 112.710748	2025-07-09 18:35:43.843
49	208dc1	-7.120000, 112.710746	2025-07-09 18:35:49.204
50	208dc1	-7.120000, 112.710747	2025-07-09 18:35:54.033

Keberhasilan ini menunjukkan bahwa integrasi antara mikrokontroler, pembaca RFID, dan perangkat lunak basis data telah berfungsi secara sinkron dan efektif. Sistem juga terbukti mampu bekerja dalam mode terus-menerus tanpa kehilangan data, sehingga cocok diterapkan dalam situasi sebenarnya seperti perlombaan merpati, di mana presisi waktu dan keandalan pencatatan sangat krusial. Pengujian ini juga memberikan gambaran bahwa sistem dapat diskalakan untuk menangani lebih banyak perangkat dan tag tanpa menurunkan performa.

E. Pengujian Lapangan Sistem ETS Menggunakan Burung

Pengujian lapangan dilakukan sebagai langkah penting untuk mengevaluasi performa dan keandalan sistem Electronic Timing System (ETS) ketika diterapkan dalam kondisi sebenarnya, yaitu saat digunakan untuk mencatat kedatangan burung merpati secara otomatis menggunakan teknologi RFID. Dalam pengujian ini, beberapa ekor burung merpati yang telah terlatih dan terbiasa kembali ke kandang setelah dilepas digunakan sebagai subjek uji coba. Setiap burung dilengkapi dengan cincin RFID khusus yang dipasangkan pada kakinya. Cincin ini berfungsi sebagai identitas digital burung dan akan dipindai oleh sistem ETS ketika burung melewati antena pembaca RFID yang telah dipasang di pintu masuk kandang.

Pengujian dilakukan dengan melepaskan burung dari lokasi kandang. Sebelum dilepas, waktu keberangkatan burung dicatat secara manual untuk dijadikan pembanding dengan data yang dihasilkan oleh sistem ETS. Setelah burung dilepas, mereka secara naluriah akan terbang kembali ke kandang. Ketika burung memasuki area pembacaan antena, sistem ETS secara otomatis mendeteksi sinyal RFID dari cincin dan mencatat waktu check-in secara real-time. Proses ini tidak memerlukan intervensi manusia, sehingga sangat meminimalisir kesalahan pencatatan seperti yang sering terjadi pada metode manual.

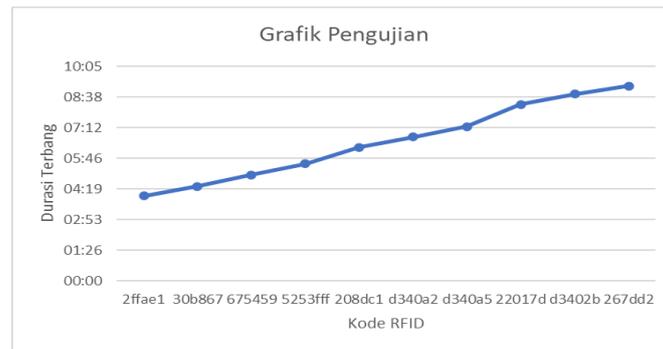
Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat membaca data RFID dengan cepat dan akurat, tanpa adanya keterlambatan, duplikasi, atau kehilangan data. Selain itu, pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengevaluasi efektivitas respon sistem output, seperti penyalaaan LED berwarna biru dan bunyi buzzer saat RFID berhasil terbaca. Respon tersebut merupakan indikator bahwa sistem bekerja sebagaimana mestinya, serta memberi umpan balik visual dan audio kepada pengguna.

Tabel 3. 4 Pengujian Sistem ETS

No	Kode RFID	Lat,Long	Waktu Dilepas	Waktu Kedatangan	Durasi Terbang
1	2ffae1	-7.082282, 112.380733	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:19:00.298	04:00
2	30b867	-7.082279, 112.380742	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:19:27.139	04:27
3	675459	-7.082293, 112.380735	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:19:59.031	04:59
4	5253fff	-7.082299, 112.380729	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:20:31.880	05:31
5	208dc1	-7.082303, 112.380733	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:21:17.911	06:17
6	d340a2	-7.082306, 112.380741	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:21:46.730	06:46
7	d340a5	-7.082308, 112.380741	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:22:15.488	07:15
8	22017d	-7.082299, 112.380741	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:23:18.449	08:18
9	d3402b	-7.082296, 112.380744	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:23:47.149	08:47
10	267dd2	-7.082295, 112.380740	2025-07-18 09:15:00.000	2025-07-18 09:24:10.835	09:10

Pengujian dilakukan terhadap sepuluh ekor burung merpati yang masing-masing dipasangi cincin RFID dengan kode unik. Burung-burung tersebut dilepaskan secara bersamaan pada tanggal 18 Juli 2025 pukul 09:15:00 WIB. Sistem kemudian mencatat waktu kedatangan masing-masing burung secara otomatis saat kembali ke kandang, menggunakan sistem pembaca RFID yang terintegrasi dengan modul RTC (Real-Time Clock).

Waktu kedatangan yang tercatat menunjukkan bahwa terdapat variasi durasi terbang antar burung, dengan perbedaan waktu kedatangan paling cepat dan paling lambat mencapai sekitar 10 menit. Burung dengan kode RFID 2ffae1 tercatat sebagai burung tercepat dengan waktu tempuh kurang dari 5 menit (tiba pukul 09:19:00), sedangkan burung dengan kode 267dd2 merupakan yang paling akhir tiba di kandang, yaitu pada pukul 09:24:10.



Gambar 3. 4 Grafik Pengujian Sistem ETS

Grafik di atas menunjukkan Durasi Terbang dari sejumlah merpati berdasarkan Kode RFID masing-masing. Sumbu horizontal (X) mewakili kode RFID yang merepresentasikan identitas unik setiap merpati, sedangkan sumbu vertikal (Y) menunjukkan lama waktu terbang yang ditempuh oleh masing-masing burung, dinyatakan dalam format waktu (menit:detik).

Dari grafik tersebut terlihat bahwa durasi terbang cenderung meningkat dari kiri ke kanan, yang berarti burung dengan kode RFID di sisi kanan grafik memiliki waktu tempuh yang lebih lama dibandingkan burung di sisi kiri. Hal ini dapat memberikan informasi mengenai performa kecepatan terbang masing-masing burung. Misalnya, burung dengan kode RFID 2ffae1 memiliki durasi terbang tercepat, sedangkan burung dengan kode 267dd2 memiliki durasi terbang terlama.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Electronic Timing System (ETS) berbasis teknologi RFID berhasil dirancang dan diimplementasikan secara menyeluruh, mulai dari perangkat keras hingga integrasi perangkat lunak. Sistem ini mampu mendeteksi dan mencatat waktu kedatangan burung merpati pos secara otomatis dan real-time tanpa intervensi manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa RFID ring chip dapat terbaca dengan stabil dan cepat pada jarak efektif 0 hingga 2,5 cm, meskipun pada jarak di atas 3 cm terjadi penurunan performa dengan meningkatnya kegagalan pembacaan. Selain itu, modul GPS GY-NEO6MV2 terbukti memberikan informasi lokasi dengan akurasi tinggi, dengan selisih sekitar 1 meter dibandingkan data Google Maps, sehingga sangat andal untuk pelacakan lokasi. Proses integrasi antara ETS dan aplikasi Poms Live juga berjalan dengan baik, di mana seluruh data seperti ID RFID, waktu kedatangan, dan lokasi dapat ditampilkan secara otomatis dalam aplikasi. Hal ini meningkatkan transparansi, kecepatan akses data, dan efisiensi sistem pencatatan dalam kompetisi merpati pos.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fatchurrasad, M. F. Asnawi and N. , “SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PENCATATAN TERNAK MERPATI BERBASIS WEBSITE,” *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, pp. 30-38, 2022.
- [2] R. H. Orbia, R. d. Mardian and L. Sari, “RANCANG BANGUN KUNCI LOKER OTOMATIS BERBASIS RASPBERRY PI DAN RFID UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI WAKTU,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, vol. 09, pp. 151-160, 2020.
- [3] D. Artanto, E. A. Budi Cahyono and P. Arbiyanti, “Pengembangan Alat Penghitung Kecepatan Terbang Merpati Pos Berbasis Internet of Things dengan Biaya yang Ekonomis,” *Prisiding SENAPAS*, vol. 2, pp. 229-234, 2024.
- [4] R. Angriawan, A. A, A. N. Puteri, N. and N. Anugraha, “Monitoring dan Kontrol Smarthome dengan Google Voice berbasis Internet of Things,” *Journal of Computer and Information Technology*, vol. 6, pp. 17-23, 2022.
- [5] E. Nurdianto, G. A. Resticka and S. N. Hari Yanti, “EKOLEKSIKON BURUNG MERPATI SEBAGAI SUPLEMEN PEMBELAJARAN BAHASA BERBASIS LINGKUNGAN: PERSPEKTIF EKOLINGUISTIK,”

SEMIOTIKA, vol. 23, pp. 1-13, 2022.

- [6] A. Kurniawan and A. A. Rizky, "PERANCANGAN ALAT TIMBANG UNTUK REKAPITULASI PEMAKAIAN ZAT PEWARNA KAIN DI PT. INDO-RAMA SYNTHETIC TBK. MENGGUNAKAN ARDUINO WEMOS LOLIN S2 MINI DENGAN MODUL LOAD CELL HX711," *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 12, pp. 1-16, 2024.
- [7] P. Rahardjo, "SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN RTC (REAL TIME CLOCK) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560 PADA TANAMAN MANGGA HARUM MANIS BULELENG BALI," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, pp. 143-147, 2021.
- [8] M. Y. Iqbar and K. P. Kartika, "RANCANG BANGUN LAMPU PORTABLE OTOMATIS MENGGUNAKAN RTC BERBASIS ARDUINO," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 14, pp. 61-72, 2020.
- [9] P. Perkasa, "PENGUNAAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) UNTUK DASAR SURVEY PADA MAHASISWA," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan BALANGA*, vol. 7, pp. 22-33, 2019.
- [10] I. Herman, T. Apriantono, W. Adiprawita, D. K. One, D. Yasin, S. Syahrudin and B. Winata, "Pengembangan prototipe sistem pencatatan waktu untuk pengukuran kecepatan secara otomatis pada sprint 60-meter," *Jurnal Keolahragaan*, vol. 9, pp. 35-42, 2021.
- [11] R. A. Dewanti and I. Hermawan, "A comparative study on measuring running speed using timing gates and stopwatches to reduce human error," *Journal of Physical Education and Sport*, vol. 22, no. 12, pp. 3080-3085, 2022.
- [12] F. Panjaitan, S. Z. M. Nasution, S. and I. Gunawan, "Penggunaan Radio Frequency Identification dalam Proses Absensi Kehadiran Pegawai Menggunakan Arduino," *Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)*, vol. 1, pp. 131-138, 2021.
- [13] R. H. Pramudito, H. Tolle and W. S. Wardhono, "Pengembangan Aplikasi Mobile Pencatat Hasil Lomba Tembak Reaksi menggunakan Stop plate Sensor Getar berbasis Arduino," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, pp. 3552-3561, 2020.
- [14] S. Rakasiwi, y. Fitrianto and E. Baskara, "SISTEM ABSENSI PEGAWAI BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION," *Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 11, pp. 7-15, 2023.
- [15] T. Noveiota and A. Nugroho, "PENERAPAN SISTEM RFID PADA TEMPAT PARKIR MOTOR PERUSAHAAN FORMULATRIX SALATIGA PENERAPAN SISTEM RFID PADA TEMPAT PARKIR MOTOR PERUSAHAAN FORMULATRIX SALATIGA," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 7, pp. 1275-1283, 2023.