

Implementasi dan Pendampingan Sistem Monitoring Jumlah Jamaah Berbasis Internet of Things untuk Mendukung Digitalisasi Pengelolaan Masjid Nurul Islam Sarimulya

Rohman Nurafijah¹, Steven Meiwidhiastu², Marshalin Ramadhan³, Luki Utomo⁴

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Indonesia

*e-mail: rohman.urat@gmail.com¹, stevenmeiuidhiastu0@gmail.com², marshalin1710@gmail.com³,
dosen00904@unpam.ac.id⁴

Abstrak

Pendataan jumlah jamaah di Masjid Nurul Islam Sarimulya masih dilakukan secara manual sehingga jumlah jamaah yang hadir belum tercatat secara teratur dan data yang tersedia sulit digunakan untuk evaluasi kegiatan masjid. Kondisi tersebut mendorong penerapan sistem monitoring jumlah jamaah berbasis Internet of Things (IoT) sebagai bagian dari upaya digitalisasi pengelolaan masjid. Kegiatan ini dilakukan melalui observasi kebutuhan mitra, perancangan sistem, pemasangan perangkat, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian, serta sosialisasi dan pendampingan kepada pengurus masjid. Sistem menggunakan sensor Time of Flight (ToF) VL53L1X dan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi jamaah yang melintasi pintu, kemudian data dikirim melalui jaringan Wi-Fi ke basis data MySQL dan ditampilkan melalui dashboard berbasis web. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan pendeteksian dan pencatatan jumlah jamaah secara otomatis serta menampilkan data hasil monitoring pada dashboard. Pendampingan yang dilakukan juga membantu pengurus memahami penggunaan dan pemantauan sistem. Penerapan sistem ini memberikan cara pendataan yang lebih terstruktur dan terdokumentasi untuk mendukung pengelolaan kegiatan masjid.

Kata kunci: ESP32; Internet of Things; Monitoring Jamaah; Pengabdian kepada Masyarakat; Sensor Time of Flight.

Abstract

The recording of the number of worshippers at Nurul Islam Sarimulya Mosque is still carried out manually, resulting in attendance data that is not recorded systematically and is difficult to use for evaluating mosque activities. This condition encouraged the implementation of an Internet of Things (IoT)-based worshipper monitoring system as part of the digitalization of mosque management. The activity was carried out through several stages, including observation of the partner's needs, system design, device installation, hardware and software integration, testing, as well as socialization and assistance for mosque administrators. The system uses a Time of Flight (ToF) VL53L1X sensor and an ESP32 microcontroller to detect worshippers passing through the entrance. The detected data are then transmitted via a Wi-Fi network to a MySQL database and displayed through a web-based dashboard. The implementation results show that the system can automatically detect and record the number of worshippers and display the monitoring data on the dashboard. The assistance provided also helped mosque administrators understand how to use and monitor the system. This implementation provides a more structured and well-documented method of recording worshipper attendance to support mosque activity management.

Keywords: ESP32; Internet of Things; Community Service; Time of Flight Sensor; Worshipper Monitoring.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong pemanfaatan teknologi digital dalam berbagai aktivitas masyarakat, termasuk dalam proses pengumpulan dan pengelolaan data. Salah satu teknologi yang mendukung proses tersebut adalah *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan perangkat fisik yang dilengkapi sensor dan kemampuan komputasi saling terhubung melalui jaringan untuk mengumpulkan serta mengirimkan data (Fattahi et al., 2021). Pemanfaatan IoT memungkinkan proses pengumpulan data dari lingkungan fisik dilakukan secara lebih terintegrasi, kemudian data tersebut dapat dikirimkan dan diproses pada sistem lain untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan oleh pengguna (Krishnamurthi

et al., 2020). Dalam penerapannya, sensor menjadi bagian penting karena berfungsi memperoleh data dari kondisi fisik, sedangkan jaringan komunikasi memungkinkan data tersebut diteruskan ke sistem pengolahan atau penyimpanan (Krishnamurthi et al., 2020). Kemampuan tersebut membuat IoT dapat diterapkan pada berbagai kebutuhan pemantauan dan pengelolaan data di lingkungan masyarakat.

Salah satu lingkungan yang dapat memanfaatkan penerapan teknologi tersebut adalah pengelolaan kegiatan di Masjid Nurul Islam Sarimulya. Masjid ini digunakan oleh masyarakat untuk melaksanakan berbagai kegiatan keagamaan dan sosial, seperti salat berjamaah, kajian keislaman, serta kegiatan yang melibatkan masyarakat sekitar. Berbagai aktivitas tersebut membuat informasi mengenai jumlah jamaah menjadi salah satu data yang dibutuhkan oleh pengurus dalam memantau pelaksanaan kegiatan. Namun, berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan pengurus masjid, pendataan jumlah jamaah di Masjid Nurul Islam Sarimulya masih dilakukan secara manual melalui pengamatan langsung. Pengurus memperkirakan jumlah jamaah yang hadir pada setiap kegiatan dan belum memiliki sistem pencatatan digital untuk menyimpan data jumlah jamaah secara teratur.

Pendataan yang masih dilakukan secara manual menimbulkan beberapa kendala dalam pengelolaan informasi jumlah jamaah. Proses pengamatan dan pencatatan secara langsung membutuhkan waktu, terutama ketika jumlah jamaah yang hadir cukup banyak, serta memiliki kemungkinan terjadinya kesalahan dalam menghitung atau mencatat jumlah jamaah. Selain itu, data yang diperoleh belum tersimpan dalam sistem digital sehingga pengurus kesulitan ketika ingin melihat kembali jumlah jamaah dari kegiatan sebelumnya. Kondisi tersebut membuat proses rekapitulasi dan penyusunan laporan kegiatan menjadi kurang praktis. Data jumlah jamaah yang tidak terdokumentasi secara teratur juga belum dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan evaluasi untuk melihat perkembangan kehadiran jamaah maupun sebagai pertimbangan dalam perencanaan kegiatan dan kebutuhan fasilitas masjid. Oleh karena itu, diperlukan metode pendataan yang dapat mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual serta membantu pengurus memperoleh data jumlah jamaah yang lebih teratur dan mudah digunakan kembali.

Permasalahan tersebut kemudian ditangani melalui pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam proses pendataan jumlah jamaah. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor *Time of Flight* (ToF) VL53L1X yang dipadukan dengan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi jamaah yang melewati pintu masjid. Hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan *Wi-Fi* menuju *server*. Data yang diterima kemudian disimpan dalam basis data *MySQL* dan ditampilkan melalui dashboard berbasis web sehingga informasi hasil pendataan dapat dipantau kembali. Integrasi antara perangkat pendeteksi, jaringan komunikasi, basis data, dan dashboard tersebut membentuk alur pendataan yang terhubung mulai dari pengambilan data hingga penyajian informasi kepada pengurus masjid.

Penelitian mengenai penerapan teknologi untuk melakukan penghitungan dan pemantauan jumlah orang telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Ravichandran et al. (2023) mengembangkan *people counting system* menggunakan sensor VL53L1X, sensor PIR HC-SR501, dan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi orang yang masuk dan keluar ruangan. Sistem tersebut menggunakan algoritma penghitungan berdasarkan hasil pendeteksian sensor dan menampilkan jumlah orang yang masuk, keluar, serta jumlah total secara berkelanjutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan penghitungan dengan tingkat akurasi sebesar 98% (Ravichandran et al., 2023). Pada lingkungan masjid, Alam dan Erqsous (2020) mengembangkan sistem *Smart Masjid* untuk memantau dan memperkirakan kepadatan jamaah secara *real-time* menggunakan teknologi infrared. Sistem tersebut membagi area masjid menjadi beberapa bagian dan menggunakan perangkat pendeteksi serta indikator untuk memberikan informasi mengenai tingkat kepadatan pada setiap bagian. Penelitian Sudirman et al. (2026) mengembangkan sistem pengendalian jumlah jamaah berbasis IoT pada Masjid Darul Ulum dengan menggunakan sensor infrared E18-D80NK, mikrokontroler Arduino Uno, dan Blynk. Sistem tersebut digunakan untuk mendeteksi jumlah jamaah yang masuk, membandingkannya dengan kapasitas yang ditentukan, serta menampilkan informasi hasil pendeteksian melalui situs berbasis IoT. Selain itu, Ramadhani dan Anshory (2026) menerapkan

ESP32 dan sensor KY-037 serta DHT11 untuk melakukan monitoring kondisi layanan jamaah di masjid, dengan data hasil pengukuran dikirim melalui internet dan ditampilkan menggunakan Google Sheets. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa sensor, mikrokontroler, dan IoT telah dimanfaatkan untuk mendukung penghitungan maupun pemantauan aktivitas jamaah dengan parameter, metode pendeteksian, dan media penyajian data yang berbeda.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi sensor dan IoT telah digunakan untuk melakukan penghitungan orang maupun pemantauan jamaah di lingkungan masjid, tetapi terdapat perbedaan pada tujuan penerapan, metode pendeteksian, serta pengelolaan dan penyajian data. Ravichandran et al. (2023) berfokus pada *people counting* menggunakan VL53L1X, HC-SR501, dan ESP32, sedangkan Alam dan Erqsous (2020) mengarahkan penerapannya pada pemantauan kepadatan jamaah. Sudirman et al. (2026) mengembangkan sistem untuk pengendalian kapasitas jamaah menggunakan sensor infrared dan Blynk, sementara Ramadhani dan Anshory (2026) memanfaatkan ESP32 untuk memantau kondisi layanan jamaah. Dalam kegiatan ini, sistem monitoring jumlah jamaah diterapkan pada Masjid Nurul Islam Sarimulya dengan memanfaatkan sensor ToF VL53L1X dan ESP32 yang terintegrasi dengan jaringan Wi-Fi, basis data MySQL, serta dashboard berbasis web. Sistem tersebut diarahkan tidak hanya untuk mendeteksi dan menghitung jamaah yang melewati pintu masjid, tetapi juga untuk menyimpan hasil pendataan sehingga dapat dipantau dan digunakan kembali oleh pengurus. Selain penerapan perangkat, kegiatan ini dilengkapi dengan sosialisasi dan pendampingan kepada pengurus masjid agar sistem dapat digunakan dalam proses pendataan kegiatan secara berkelanjutan. Dengan pendekatan tersebut, kegiatan ini menempatkan teknologi *people counting* sebagai bagian dari proses digitalisasi pendataan jamaah pada mitra, dengan mengintegrasikan proses pendeteksian, penyimpanan, penyajian data, serta pendampingan pengguna dalam satu penerapan.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan sistem monitoring jumlah jamaah berbasis Internet of Things (IoT) di Masjid Nurul Islam Sarimulya sebagai upaya mendukung digitalisasi proses pendataan jamaah. Penerapan sistem diarahkan untuk membantu pengurus dalam melakukan pendataan secara otomatis serta menyediakan data yang tersimpan dan dapat dipantau kembali melalui sistem berbasis web. Selain penerapan teknologi, kegiatan ini mencakup sosialisasi dan pendampingan kepada pengurus masjid dalam penggunaan serta pemantauan sistem. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat memberikan alternatif pendataan yang lebih terstruktur dan terdokumentasi serta mendukung pengurus dalam melakukan pemantauan dan evaluasi kegiatan berdasarkan data jumlah jamaah.

2. METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan di Masjid Nurul Islam Sarimulya yang berlokasi di Desa Sarimulya, Kecamatan Kotabaru, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Mitra dalam kegiatan ini adalah pengurus Masjid Nurul Islam Sarimulya yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan administrasi dan pelaksanaan berbagai kegiatan keagamaan. Masjid tersebut secara rutin digunakan untuk kegiatan salat berjamaah, kajian keislaman, dan kegiatan sosial masyarakat. Kondisi tersebut menjadikan pengurus masjid sebagai pihak yang secara langsung membutuhkan informasi jumlah jamaah untuk mendukung pengelolaan kegiatan.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam beberapa waktu sesuai dengan tahapan kegiatan. Proses pengerjaan dan implementasi sistem dilaksanakan pada tanggal 11–12 April 2026, sedangkan kegiatan sosialisasi kepada pengurus masjid dan masyarakat dilaksanakan pada tanggal 19 April 2026. Tahapan tersebut mencakup penerapan perangkat sistem di lokasi mitra, pengujian sistem, serta pengenalan dan pendampingan penggunaan sistem kepada pengurus masjid.



Gambar 1. Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat di Masjid Nurul Islam Sarimulya

2.2 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahap pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap dengan menyesuaikan kondisi dan kebutuhan Masjid Nurul Islam Sarimulya. Pelaksanaan diawali dengan identifikasi permasalahan melalui observasi dan diskusi bersama pengurus masjid untuk mengetahui kondisi pendataan jumlah jamaah serta kebutuhan sistem yang diperlukan. Tahap berikutnya meliputi perancangan dan implementasi sistem, integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak, pengujian fungsi sistem, serta sosialisasi dan pendampingan kepada pengurus masjid.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

No	Tahapan	Kegiatan	Hasil yang Diharapkan
1	Identifikasi permasalahan	Observasi kondisi masjid dan diskusi dengan pengurus mengenai proses pendataan jumlah jamaah	Diperoleh permasalahan dan kebutuhan sistem
2	Perancangan sistem	Menentukan metode pendeteksian, rancangan perangkat, alur sistem, serta lokasi pemasangan sensor	Rancangan sistem monitoring sesuai kondisi mitra
3	Implementasi perangkat	Memasang sensor <i>Time of Flight</i> (ToF) VL53L1X dan mikrokontroler ESP32 pada lokasi yang telah ditentukan	Perangkat pendeteksi jumlah jamaah terpasang
4	Integrasi sistem	Menghubungkan ESP32 dengan jaringan Wi-Fi, server, basis data MySQL, dan dashboard berbasis web	Data hasil pendeteksian dapat dikirim dan disimpan
5	Pengujian sistem	Menguji pembacaan sensor, pendeteksian jamaah, pengiriman data, penyimpanan data, dan tampilan dashboard	Sistem dapat bekerja sesuai fungsi yang dirancang
6	Sosialisasi dan pendampingan	Memberikan penjelasan dan praktik penggunaan sistem kepada pengurus masjid	Pengurus memahami penggunaan dan pemantauan sistem

Tahapan tersebut disusun untuk memastikan bahwa penerapan sistem tidak hanya berhenti pada pemasangan perangkat, tetapi mencakup proses mulai dari identifikasi kebutuhan hingga penggunaan sistem oleh mitra. Rangkaian kegiatan ini juga sesuai dengan tahapan implementasi yang terdapat dalam laporan akhir, termasuk pemasangan sensor, konfigurasi *ESP32*, integrasi dengan *server* dan *MySQL*, serta pengujian *dashboard*.

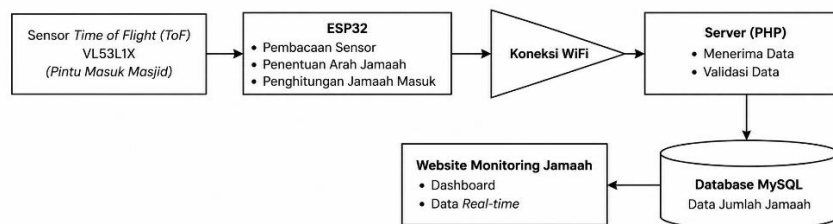
2.3 Perancangan Sistem

Sistem monitoring jumlah jamaah dirancang dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak dalam satu alur kerja. Perangkat keras utama terdiri atas sensor *Time of Flight* (ToF) *VL53L1X* dan mikrokontroler *ESP32*. Sensor digunakan untuk mendeteksi pergerakan jamaah yang melewati pintu masjid, sedangkan *ESP32* berfungsi sebagai pusat pengolahan data hasil pembacaan sensor. Sistem menggunakan dua sensor pada setiap jalur pintu, dengan posisi sensor disusun mengikuti arah pergerakan jamaah sehingga urutan aktivasi sensor dapat digunakan untuk menentukan arah pergerakan masuk atau keluar.

Data hasil pembacaan kedua sensor diproses oleh *ESP32* melalui komunikasi *I2C*. Karena kedua sensor *VL53L1X* memiliki alamat *I2C* bawaan yang sama, konfigurasi alamat dilakukan menggunakan pin *XSHUT* agar setiap sensor dapat dikenali secara terpisah. Sensor kemudian dikonfigurasi untuk membaca jarak secara kontinu, mendeteksi objek yang melintas, menganalisis urutan aktivasi, dan menentukan arah pergerakan jamaah. Hasil pengolahan tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung jumlah jamaah yang masuk dan keluar.

Pada sisi komunikasi data, *ESP32* mengirimkan hasil monitoring melalui jaringan *Wi-Fi* menuju *server* menggunakan metode *HTTP request*. *Server* berbasis *PHP* menerima dan memvalidasi data sebelum menyimpannya ke dalam basis data *MySQL*. Data yang telah tersimpan kemudian dikelola sebagai data historis dan ditampilkan melalui *dashboard* berbasis web. *Dashboard* digunakan untuk menampilkan jumlah jamaah, status monitoring, serta data historis yang dapat digunakan oleh pengurus dalam melakukan pemantauan.

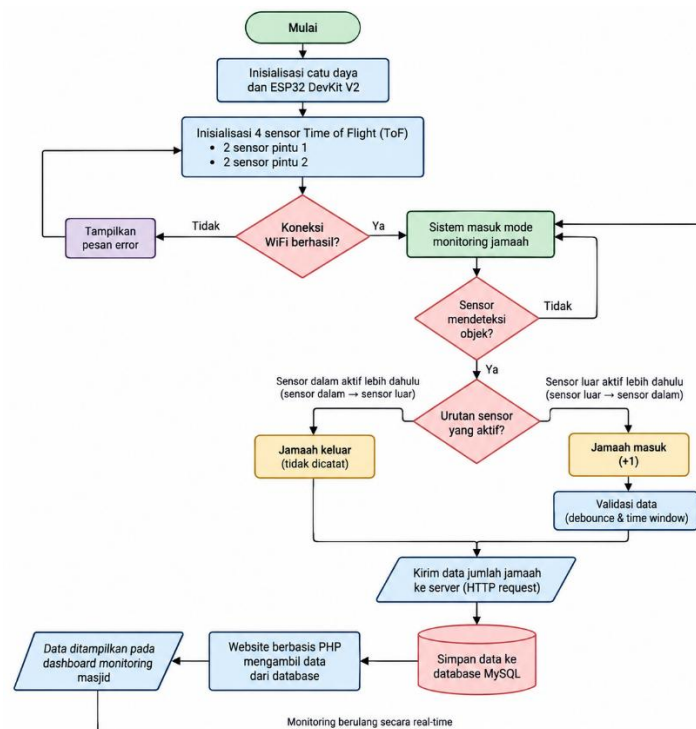
Secara keseluruhan, rancangan sistem membentuk alur pendeteksian → pengolahan → pengiriman → penyimpanan → penyajian data. Arsitektur tersebut memungkinkan proses pendataan jumlah jamaah dilakukan secara otomatis dan terintegrasi dari perangkat di pintu masjid hingga *dashboard* yang digunakan oleh pengurus.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Monitoring Jumlah Jamaah Masjid Nurul Islam Sarimulya

2.4 Prosedur Kerja Sistem

Prosedur kerja sistem monitoring jumlah jamaah dirancang untuk melakukan proses pendeteksian, penghitungan, pengiriman, dan penyimpanan data secara terintegrasi. Sistem diawali dengan inisialisasi catu daya dan *ESP32*, kemudian dilakukan inisialisasi empat sensor *Time of Flight* (ToF) *VL53L1X* yang terdiri atas dua sensor pada pintu pertama dan dua sensor pada pintu kedua. Setelah seluruh sensor berhasil diinisialisasi, sistem memeriksa koneksi sebelum masuk ke mode monitoring jamaah. Alur kerja sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Prosedur Kerja Sistem Monitoring Jumlah Jamaah

Selama mode monitoring berlangsung, sensor melakukan pembacaan secara berulang untuk mendeteksi objek yang melewati area pintu. Ketika objek terdeteksi, sistem menentukan arah pergerakan berdasarkan urutan aktivasi sensor. Apabila sensor bagian luar aktif lebih dahulu dibandingkan sensor bagian dalam, sistem mengidentifikasi pergerakan sebagai jamaah masuk dan menambahkan jumlah jamaah. Sebaliknya, apabila sensor bagian dalam aktif lebih dahulu, sistem mengidentifikasi pergerakan sebagai jamaah keluar. Proses tersebut digunakan untuk menentukan perubahan jumlah jamaah secara otomatis.

Untuk mencegah kesalahan akibat pembacaan ganda terhadap objek yang sama, sistem menerapkan validasi data berdasarkan urutan pembacaan sensor dan waktu deteksi. Data jamaah yang telah memenuhi kondisi valid kemudian dikirimkan ke *server* melalui jaringan *Wi-Fi*. *Server* menerima data dan menyimpannya ke dalam basis data *MySQL*, kemudian data tersebut diambil oleh website berbasis PHP untuk ditampilkan pada dashboard monitoring. Setelah proses selesai, sistem kembali ke mode monitoring dan melakukan pendeteksian secara berulang.

2.5 Sosialisasi dan Pendampingan

Kegiatan sosialisasi dilakukan kepada pengurus Masjid Nurul Islam Sarimulya sebagai bagian dari penerapan sistem monitoring jumlah jamaah. Sosialisasi bertujuan memberikan pemahaman kepada pengurus mengenai tujuan penerapan sistem serta manfaat penggunaan teknologi dalam membantu proses pendataan jamaah. Kegiatan dilaksanakan secara langsung di lingkungan masjid dengan melibatkan pengurus sebagai mitra pengguna sistem.

Materi yang disampaikan mencakup pengenalan komponen utama dan alur kerja sistem monitoring. Pengurus diberikan penjelasan mengenai fungsi sensor *Time of Flight* (ToF) VL53L1X dalam mendeteksi jamaah, *ESP32* sebagai pengolah data, serta proses pengiriman data melalui jaringan *Wi-Fi* menuju *server*. Data yang telah diterima kemudian disimpan pada basis data *MySQL* dan ditampilkan melalui dashboard berbasis web untuk memudahkan proses pemantauan.

Setelah penyampaian materi, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi penggunaan sistem. Pengurus diperlihatkan proses monitoring jumlah jamaah dan cara melihat data yang ditampilkan pada dashboard. Pendampingan dilakukan selama proses demonstrasi agar pengurus dapat memahami hubungan antara proses pendeteksian oleh perangkat dengan informasi yang ditampilkan pada sistem berbasis web.

Pendampingan juga dilakukan dengan memberikan kesempatan kepada pengurus untuk memahami penggunaan sistem secara langsung serta menyampaikan pertanyaan terkait pengoperasian dan pemantauan data. Melalui kegiatan tersebut, pengurus memperoleh pemahaman mengenai fungsi dan penggunaan sistem sehingga teknologi yang diterapkan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam proses pendataan jumlah jamaah di Masjid Nurul Islam Sarimulya.



Gambar 4. Kegiatan Sosialisasi Sistem Monitoring Jumlah Jamaah

2.5 Sosialisasi dan Pendampingan

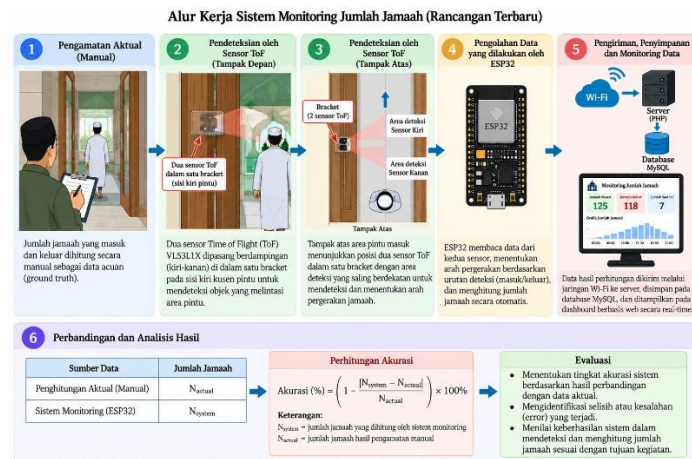
Ketercapaian kegiatan diukur berdasarkan kemampuan sistem dalam melakukan pendeteksian dan penghitungan jumlah jamaah serta kemampuan sistem dalam mengirimkan, menyimpan, dan menampilkan data hasil monitoring. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan jumlah jamaah yang terdeteksi oleh sistem dengan jumlah jamaah hasil pengamatan langsung sebagai data acuan (*ground truth*). Pengujian dilakukan dengan mengamati jamaah yang melewati pintu masjid, kemudian mencatat hasil pendeteksian sistem dan membandingkannya dengan hasil penghitungan secara manual. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap proses pengiriman data melalui jaringan *Wi-Fi*, penyimpanan data pada basis data *MySQL*, dan penampilan data pada dashboard berbasis web.

Tingkat ketepatan sistem dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah jamaah yang terdeteksi oleh sistem dengan jumlah jamaah hasil pengamatan aktual. Persentase akurasi dihitung menggunakan persamaan:

$$Akurasi (\%) = \left(\frac{1 - |N_{system} - N_{actual}|}{N_{actual}} \right) \times 100\%$$

dengan N_{system} merupakan jumlah jamaah yang dihitung oleh sistem monitoring dan N_{actual} merupakan jumlah jamaah hasil pengamatan manual. Nilai tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian hasil pendeteksian sistem terhadap kondisi aktual. Selain akurasi, hasil pengujian juga digunakan untuk mengidentifikasi selisih atau *error* yang terjadi selama proses pendeteksian dan penghitungan.

Ketercapaian kegiatan dari sisi mitra dievaluasi melalui observasi selama sosialisasi dan pendampingan kepada pengurus Masjid Nurul Islam Sarimulya. Evaluasi meliputi kemampuan pengurus dalam memahami fungsi sistem, menggunakan dashboard untuk melihat data jumlah jamaah, serta melakukan pemantauan terhadap hasil pendataan. Dengan demikian, keberhasilan kegiatan tidak hanya dilihat dari kinerja teknis sistem, tetapi juga dari kemampuan mitra dalam memahami dan menggunakan sistem yang telah diterapkan untuk mendukung proses pendataan jamaah.



Gambar 5. Metode pengukuran ketercapaian sistem monitoring jumlah Jemaah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem Monitoring Jumlah Jamaah

Implementasi sistem monitoring jumlah jamaah dilakukan di Masjid Nurul Islam Sarimulya dengan menerapkan perangkat pendeteksi pada area pintu masuk masjid. Sistem menggunakan dua sensor *Time of Flight* (ToF) VL53L1X yang dipasang pada sisi kanan kusen pintu dengan posisi sensor luar dan sensor dalam. Penempatan dua sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi urutan pergerakan jamaah ketika melewati pintu sehingga sistem dapat menentukan arah pergerakan, yaitu jamaah masuk atau jamaah keluar. Sensor kemudian dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 DevKit V2 sebagai perangkat yang menerima dan mengolah hasil pembacaan sensor.

Hasil pembacaan kedua sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan urutan pendeteksian dan menghitung perubahan jumlah jamaah. Data hasil penghitungan selanjutnya dikirimkan melalui jaringan *Wi-Fi* menuju server untuk diproses dan disimpan pada basis data MySQL. Data yang telah tersimpan kemudian diakses oleh sistem berbasis web dan ditampilkan pada dashboard monitoring sehingga pengurus masjid dapat melihat informasi jumlah jamaah yang telah terdata. Integrasi perangkat tersebut membentuk alur sistem mulai dari proses pendeteksian pada pintu hingga penyajian informasi jumlah jamaah melalui dashboard.

Penerapan sistem dilakukan sebagai pengganti proses pendataan yang sebelumnya mengandalkan pengamatan dan pencatatan manual. Dengan adanya sistem tersebut, proses pendataan jamaah dapat dilakukan secara otomatis ketika jamaah melewati area pintu yang telah dilengkapi sensor. Data hasil pendeteksian juga dapat tersimpan secara digital sehingga tidak hanya digunakan untuk mengetahui jumlah jamaah pada saat kegiatan berlangsung, tetapi dapat digunakan kembali sebagai data monitoring dan evaluasi oleh pengurus masjid.

3.2 Hasil Pengujian Sensor *Time of Flight* (ToF)

Pengujian sensor *Time of Flight* (ToF) VL53L1X dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan dua sensor dalam mendeteksi objek yang melewati area pintu serta menghasilkan urutan deteksi sebagai dasar identifikasi arah pergerakan jamaah. Kedua sensor ditempatkan dalam satu *bracket* pada sisi kiri kusen pintu. Sensor bekerja dengan membandingkan hasil pembacaan jarak terhadap nilai *threshold* sebesar 1.000 mm. Hasil pembacaan sensor selama proses pendeteksian ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 6. Test

Tabel 2. Hasil pembacaan dua sensor *Time of Flight* (ToF)

No	Kondisi	S1 (mm)	S2 (mm)	S1 Threshold	S2 Threshold	Urutan	Hasil
1	Normal	1623	1587	Tidak	Tidak	—	—
2	Masuk 1	1623 → 842	1587	Ya	Tidak	S1	Wait
3	Masuk 2	842	1587 → 612	Ya	Ya	S1 → S2	+1
4	Normal kembali	1623	1587	Tidak	Tidak	—	—
5	Keluar 1	1623	1587 → 612	Tidak	Ya	S2	Wait
6	Keluar 2	1623 → 842	612	Ya	Ya	S2 → S1	+0
7	Normal kembali	1623	1587	Tidak	Tidak	—	—

Pada kondisi normal awal, sensor 1 dan sensor 2 masing-masing membaca jarak 1.623 mm dan 1.587 mm. Nilai tersebut berada di atas *threshold* 1.000 mm sehingga kedua sensor tidak mendeteksi objek. Ketika objek bergerak menuju area pintu dari arah luar, pembacaan sensor 1 berubah dari 1.623 mm menjadi 842 mm dan memenuhi kondisi *threshold*, sedangkan sensor 2 masih berada pada kondisi normal. Sistem kemudian berada pada status *Wait* karena satu sensor belum memberikan urutan deteksi lengkap.

Ketika objek bergerak lebih lanjut dan sensor 2 mengalami perubahan pembacaan dari 1.587 mm menjadi 612 mm, kedua sensor telah memenuhi kondisi *threshold*. Urutan deteksi yang terbentuk adalah S1 → S2 sehingga sistem mengidentifikasi pergerakan sebagai jamaah masuk dan menghasilkan perubahan jumlah sebesar +1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keputusan sistem tidak hanya didasarkan pada keberadaan objek, tetapi juga pada urutan aktivasi kedua sensor.

Pola yang berlawanan terjadi pada pengujian pergerakan keluar. Sensor 2 terlebih dahulu mengalami perubahan pembacaan hingga 612 mm sehingga sistem berada pada status *Wait*. Setelah sensor 1 kemudian mendeteksi objek dengan pembacaan 842 mm, terbentuk urutan S2 → S1 dan sistem mengidentifikasi pergerakan sebagai jamaah keluar. Pada pengujian tersebut, sistem memberikan perubahan jumlah +0 sesuai mekanisme penghitungan yang diterapkan.

Setelah objek selesai melewati area pendeteksian, kedua sensor kembali membaca jarak di atas *threshold*. Pada kondisi normal kembali, sensor mencatat pembacaan masing-masing sebesar 1.612 mm dan 1.605 mm pada siklus masuk, serta 1.620 mm dan 1.618 mm pada siklus keluar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem kembali ke keadaan awal sebelum melakukan pendeteksian terhadap objek berikutnya. Tahapan kembali ke kondisi normal ini penting karena menjadi batas antara satu kejadian dengan kejadian berikutnya dan mencegah satu objek dihitung sebagai lebih dari satu kejadian.

Untuk melihat konsistensi identifikasi arah berdasarkan urutan sensor, hasil pengujian beberapa skenario dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil identifikasi arah pergerakan jamaah

No	Kondisi	Deteksi	Identifikasi	Perubahan Jumlah
1	Jamaah masuk	Sensor 1 → Sensor 2	Masuk	+1
2	Jamaah keluar	Sensor 2 → Sensor 1	Keluar	+0
3	Jamaah masuk	Sensor 1 → Sensor 2	Masuk	+1
4	Jamaah keluar	Sensor 2 → Sensor 1	Keluar	+0
5	Jamaah masuk	Sensor 1 → Sensor 2	Masuk	+1
6	Jamaah keluar	Sensor 2 → Sensor 1	Keluar	+0

Tabel 3. memperlihatkan bahwa pola $S1 \rightarrow S2$ digunakan sistem untuk mengidentifikasi jamaah masuk, sedangkan pola $S2 \rightarrow S1$ digunakan untuk mengidentifikasi jamaah keluar. Pada tiga skenario masuk, sistem memberikan perubahan jumlah +1, sedangkan tiga skenario keluar teridentifikasi dengan benar sebagai pergerakan keluar dan tidak menambahkan jumlah jamaah. Dengan demikian, hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa konfigurasi dua sensor dalam satu *bracket* mampu menghasilkan informasi arah pergerakan berdasarkan urutan deteksi dan menyediakan input bagi proses penghitungan jumlah jamaah.

3.3 Hasil Pengujian Penghitungan Jumlah Jamaah

Pengujian penghitungan jumlah jamaah dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mencatat jumlah jamaah yang melewati pintu masjid pada kondisi pergerakan yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan membandingkan jumlah jamaah yang diamati secara langsung sebagai jumlah aktual dengan jumlah jamaah yang tercatat oleh sistem. Pengujian dibagi menjadi dua kondisi, yaitu kondisi berjeda, ketika terdapat jarak antarjamaah sehingga sistem dapat menyelesaikan proses pendeteksian dalam satu *cycle*, dan kondisi beruntun/padat, ketika beberapa jamaah melewati area sensor dengan jarak yang sangat berdekatan.

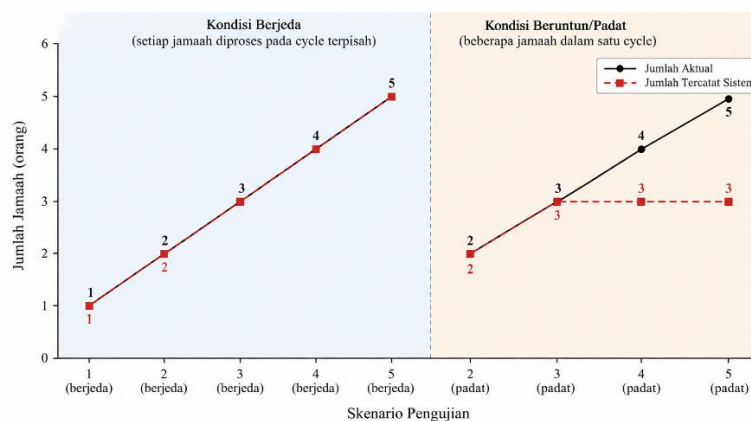
Pada kondisi berjeda, pengujian dilakukan menggunakan 1 sampai 5 jamaah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh jamaah yang diamati berhasil tercatat oleh sistem. Jumlah aktual dan jumlah yang tercatat sistem memiliki nilai yang sama pada seluruh skenario, sehingga tidak terdapat selisih dan *error*. Dengan demikian, sistem menghasilkan akurasi sebesar 100% pada seluruh kondisi berjeda. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 sistem juga mampu mencatat seluruh jamaah pada kondisi beruntun/padat ketika jumlah jamaah yang diuji sebanyak dua dan tiga orang, dengan akurasi masing-masing sebesar 100%. Namun, ketika jumlah jamaah yang melewati pintu secara beruntun meningkat menjadi empat orang, sistem hanya mencatat tiga jamaah sehingga terdapat selisih satu orang dan akurasi sebesar 75%. Pada pengujian lima jamaah yang bergerak secara beruntun/padat, sistem kembali mencatat tiga jamaah dari lima jamaah aktual, sehingga terdapat selisih dua orang dan akurasi sebesar 60%.

Perbandingan antara jumlah jamaah aktual dan jumlah yang tercatat sistem pada setiap skenario pengujian dapat dilihat secara lebih jelas pada Gambar 7. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa pada kondisi berjeda, jumlah aktual dan jumlah yang tercatat sistem memiliki nilai yang sama dari satu hingga lima jamaah. Pada kondisi beruntun/padat, kedua nilai masih sama hingga tiga jamaah, sedangkan pada empat dan lima jamaah mulai terdapat perbedaan antara jumlah aktual dan jumlah yang tercatat sistem.

Tabel 4. Hasil pengujian penghitungan jumlah jamaah

No	Kondisi	Jumlah Aktual	Tercatat Sistem	Selisih	Akurasi	Error
1	1 jamaah, berjeda	1	1	0	100%	0
2	2 jamaah, berjeda	2	2	0	100%	0
3	3 jamaah, berjeda	3	3	0	100%	0
4	4 jamaah, berjeda	4	4	0	100%	0
5	5 jamaah, berjeda	5	5	0	100%	0
6	2 jamaah, beruntun/padat	2	2	0	100%	0
7	3 jamaah, beruntun/padat	3	3	0	100%	0
8	4 jamaah, beruntun/padat	4	3	1	75%	1
9	5 jamaah, beruntun/padat	5	3	2	60%	2



Gambar 7. Perbandingan jumlah jamaah aktual dan hasil penghitungan sistem pada berbagai skenario pengujian

Perbedaan hasil pada kondisi beruntun/padat berkaitan dengan konfigurasi sensor yang memiliki jarak pemasangan sekitar 8 cm. Ketika jamaah berjalan dengan jarak yang sangat berdekatan, perubahan pembacaan kedua sensor dapat terjadi dalam waktu yang singkat sehingga proses identifikasi urutan sensor menjadi lebih sulit. Kondisi tersebut semakin berpengaruh ketika jamaah berikutnya memasuki area pendeteksian sebelum proses penghitungan sebelumnya selesai.

Berdasarkan hasil pengujian, satu *cycle* proses penghitungan berlangsung sekitar 2–3 detik. Oleh karena itu, *error* pada pengujian kondisi beruntun/padat tidak menunjukkan bahwa sistem selalu gagal menghitung jamaah dalam jumlah lebih dari tiga orang. Permasalahan terutama terjadi ketika beberapa jamaah melewati sensor secara sangat rapat dan berkelanjutan dalam satu *cycle*. Apabila terdapat jeda yang cukup sehingga sistem dapat menyelesaikan satu *cycle* sebelum mendeteksi jamaah berikutnya, proses penghitungan dapat kembali dilakukan secara normal. Hal tersebut terlihat dari hasil pengujian lima jamaah secara berjeda yang tetap menghasilkan akurasi 100%.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan penghitungan jamaah dengan baik pada kondisi berjeda maupun kondisi beruntun hingga tiga jamaah dalam satu proses pendeteksian. Penurunan akurasi menjadi 75% pada empat jamaah

dan 60% pada lima jamaah terjadi pada kondisi pergerakan yang sangat padat dan berurutan. Temuan ini menunjukkan bahwa faktor jarak antarjamaah dan waktu penyelesaian *cycle* menjadi aspek penting dalam kinerja sistem, sedangkan pada kondisi pergerakan yang memberikan jeda antarjamaah, sistem dapat melakukan penghitungan secara akurat.

3.4 Hasil Pengujian Komunikasi Data dan Dashboard Monitoring

Pengujian pengiriman dan monitoring data dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam meneruskan hasil pendeteksian dan perhitungan jumlah jamaah dari perangkat keras menuju sistem informasi berbasis web. Pengujian ini mencakup beberapa tahapan, yaitu proses pembacaan dan pengolahan data pada ESP32, pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi, penerimaan data oleh server, penyimpanan data pada database MySQL, serta penyajian data pada dashboard. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan pada sisi perangkat dapat diteruskan dan direpresentasikan pada sisi server secara terintegrasi.

Tahap awal pengujian diamati melalui Serial Monitor pada Arduino IDE. Serial Monitor digunakan untuk mengetahui kondisi internal sistem ketika melakukan inisialisasi perangkat, membaca sensor, menentukan arah pergerakan objek, melakukan proses *counting*, serta mengirimkan hasil penghitungan ke server. Berdasarkan hasil pengamatan, proses sistem dimulai dengan inisialisasi komunikasi I2C yang digunakan sebagai antarmuka komunikasi dengan sensor. Selanjutnya, kedua sensor VL53L1X diaktifkan secara bergantian dan diberikan alamat I2C yang berbeda sehingga keduanya dapat digunakan secara bersamaan oleh ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses inisialisasi Sensor 1 dan Sensor 2 berhasil dilakukan dan kedua sensor berada dalam kondisi siap digunakan.

Setelah sensor berhasil diinisialisasi, ESP32 melakukan proses koneksi ke jaringan Wi-Fi. Pada Serial Monitor ditunjukkan bahwa perangkat berhasil terhubung ke jaringan dan memperoleh alamat IP. Keberhasilan koneksi ini merupakan bagian penting karena hasil penghitungan jamaah tidak hanya diproses secara lokal pada ESP32, tetapi juga harus dikirimkan ke server untuk selanjutnya disimpan dan ditampilkan. Dengan adanya koneksi jaringan, ESP32 dapat berfungsi sebagai perangkat pengirim data yang menghubungkan hasil pendeteksian pada pintu dengan sistem monitoring berbasis web.

```
14:21:12.345 [SYSTEM] =====
14:21:12.345 [SYSTEM] Sistem Monitoring Jamaah Masjid - ESP32
14:21:12.345 [SYSTEM] Firmware v2.3 (SensorManager 2.3 | LED Manager 2.1)
14:21:12.345 [SYSTEM] =====
14:21:12.312 [I2C] Menginisialisasi I2C (SDA:21, SCL:22)... OK
14:21:12.513 [SENSOR] Menonaktifkan kedua sensor (XSHUT LOW)... OK
14:21:13.013 [SENSOR] Mengaktifkan Sensor 1 (XSHUT1 HIGH)...
14:21:13.510 [SENSOR] Inisialisasi Sensor 1... OK
14:21:13.520 [SENSOR] Sensor 1 alamat di-set ke 0x30
14:21:14.021 [SENSOR] Mengaktifkan Sensor 2 (XSHUT2 HIGH)...
14:21:14.526 [SENSOR] Inisialisasi Sensor 2... OK
14:21:14.528 [SENSOR] Sensor 2 alamat di-set ke 0x31
14:21:14.530 [SENSOR] Kedua sensor VL53L1X siap digunakan

14:21:14.732 [WIFI] Mencari WiFi Masjid...
14:21:15.043 [WIFI] Terhubung ke WiFi Masjid...
14:21:15.043 [WIFI] IP Address: 192.168.1.68
14:21:15.044 [WIFI] RSSI: -52 dbm

14:21:15.060 [LED] POWER : ON
14:21:15.060 [LED] WIFI : ON (Connected)
14:21:15.060 [LED] SEND : OFF
14:21:15.060 [LED] ERROR : OFF
14:21:15.061 [LED] SENSOR1: READY
14:21:15.061 [LED] SENSOR2: READY
14:21:15.062 [SYSTEM] Sistem siap beroperasi

14:21:16.125 [SENSOR] Memulai pembacaan jarak... (threshold: 1000 mm)
14:21:16.125 [SENSOR] Waktu | S1 (mm) | S2 (mm) | S1<th | S2<th | Status
14:21:16.230 [SENSOR] 14:21:16.230 | 1623 | 1587 | no | no | Idle
14:21:16.336 [SENSOR] 14:21:16.336 | 1618 | 1592 | no | no | Idle
14:21:18.412 [SENSOR] 14:21:18.412 | 645 | 1568 | YES | no | S1 Trigger
14:21:18.518 [SENSOR] 14:21:18.518 | 612 | 842 | YES | YES | S2 Trigger
14:21:18.518 [COUNT] ORANG MASUK terdeteksi! Total: 1
14:21:18.519 [QUEUE] Event ditambahkan ke queue (jenis=MASUK) | Queue size: 1
14:21:18.520 [LED] SENSOR1: WORKING | SENSOR2: WORKING
14:21:18.521 [LED] SEND: Blink (mengirim data)
14:21:19.083 [NETWORK] HTTP POST berhasil (200) | Data terkirim ke server
14:21:19.083 [QUEUE] Event dihapus dari queue | Queue size: 0
14:21:19.084 [LED] SEND: ON (berhasil)

14:21:20.145 [SENSOR] 14:21:20.145 | 1612 | 1605 | no | no | Idle
14:21:22.301 [SENSOR] 14:21:22.301 | 1620 | 1618 | no | no | Idle
```

Proses inisialisasi sistem dan dua sensor VL53L1X berhasil

Koneksi WiFi berhasil

Indikasi LED setelah sistem siap

Kondisi normal (area kosong)

Urutan trigger: Sensor 1 → Sensor 2 → Terhitung +1

Event masuk queue, dikirim ke server, berhasil di simpan

Kembali normal setelah objek lewat

Gambar 8. Hasil pengujian proses pembacaan sensor, counting, dan pengiriman data pada Serial Monitor

Pada saat kondisi awal, kedua sensor menunjukkan jarak objek yang berada di atas nilai *threshold*, sehingga sistem berada dalam kondisi *idle*. Ketika terdapat objek yang melewati area pendeteksian, terjadi perubahan nilai jarak pada sensor. Sistem kemudian mengidentifikasi perubahan tersebut berdasarkan urutan sensor yang aktif. Pada pengujian yang ditampilkan pada

Serial Monitor, Sensor 1 terlebih dahulu mengalami kondisi *trigger*, kemudian Sensor 2 mengalami kondisi *trigger*. Urutan Sensor 1 → Sensor 2 digunakan oleh sistem sebagai indikasi pergerakan jamaah masuk. Setelah urutan tersebut terpenuhi, sistem menghasilkan event *jamaah masuk* dan menambahkan nilai penghitung sebesar satu.

Mekanisme tersebut menunjukkan bahwa proses *counting* tidak dilakukan hanya berdasarkan satu sensor yang mendeteksi objek, tetapi menggunakan urutan pendeteksian dari kedua sensor sebagai dasar identifikasi arah pergerakan. Setelah event berhasil diidentifikasi, data dimasukkan ke dalam *queue* sebelum dikirimkan ke server. Penggunaan *queue* memungkinkan event yang telah diperoleh sistem dikelola terlebih dahulu sebelum proses pengiriman dilakukan. Pada hasil pengujian, event jamaah masuk berhasil ditambahkan ke dalam *queue* dengan nilai *queue size* sebesar satu.

Selanjutnya, ESP32 melakukan pengiriman data menggunakan jaringan Wi-Fi menuju server. Pada Serial Monitor terlihat bahwa proses HTTP POST memperoleh respons 200, yang menunjukkan bahwa permintaan pengiriman data berhasil diterima oleh server. Setelah proses pengiriman berhasil, event yang sebelumnya berada di dalam *queue* dihapus sehingga ukuran *queue* kembali menjadi nol. Mekanisme tersebut menunjukkan bahwa data tidak hanya berhasil dihitung pada perangkat, tetapi juga berhasil diteruskan ke bagian server sebagai data monitoring.

Selain keberhasilan pengiriman data, indikator LED pada sistem juga digunakan untuk menunjukkan kondisi operasional perangkat. Pada saat sistem telah selesai melakukan inisialisasi, indikator *power*, koneksi Wi-Fi, dan status kedua sensor menunjukkan kondisi siap. Ketika proses pendeteksian berlangsung, status sensor berubah menjadi kondisi bekerja (*working*). Setelah proses pengiriman data selesai, indikator pengiriman menunjukkan kondisi berhasil. Dengan demikian, kombinasi antara keluaran Serial Monitor dan indikator LED dapat digunakan sebagai sarana untuk mengetahui status proses sistem secara langsung pada sisi perangkat.

Data yang telah berhasil dikirim oleh ESP32 selanjutnya diproses oleh server dan disimpan pada database. Pengujian pada bagian ini dilakukan dengan melihat data yang tersimpan pada database MySQL. Data hasil monitoring disusun berdasarkan tanggal dan kategori waktu, sehingga setiap hasil penghitungan dapat direkap dan digunakan untuk menghasilkan informasi jumlah jamaah. Selain jumlah jamaah pada waktu salat, sistem juga menyediakan pencatatan untuk jamaah yang terdeteksi di luar waktu salat. Struktur penyimpanan tersebut memungkinkan hasil penghitungan dari perangkat tidak hanya digunakan pada saat pengujian, tetapi juga disimpan sebagai data historis.



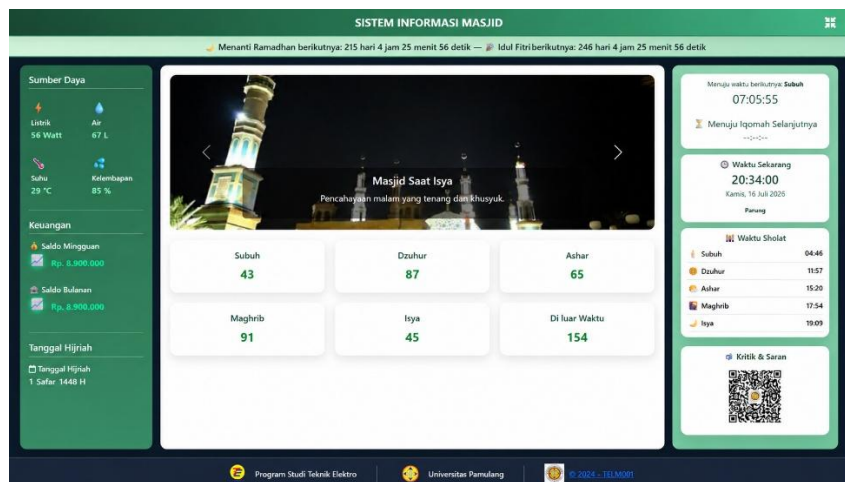
	id	tanggal	subuh	dzuhur	ashar	maghrib	isya	diluar_waktu_sholat
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	1	2026-07-12	18	64	41	87	30	112
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	2	2026-07-13	15	73	46	80	27	98
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	3	2026-07-14	12	69	42	78	25	105
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	4	2026-07-15	10	71	44	86	28	97
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	5	2026-07-16	43	87	65	91	45	154
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	6	2026-07-17	20	75	49	84	32	118
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	7	2026-07-18	16	68	45	81	29	101
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	8	2026-07-19	14	66	43	79	26	110
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	9	2026-07-20	11	61	40	75	24	93
☐ Ubah ☐ Salin ☐ Hapus	10	2026-07-21	8	58	37	72	22	89

Gambar 9. Data hasil monitoring yang tersimpan pada database MySQL

Berdasarkan hasil pengamatan pada database, data monitoring telah tersimpan dalam bentuk rekaman yang memiliki informasi tanggal serta jumlah jamaah pada masing-masing kategori waktu. Data tersebut menunjukkan bahwa proses pengiriman dari perangkat menuju server berhasil dilanjutkan dengan proses penyimpanan. Keberadaan data pada database juga menjadi dasar bagi dashboard untuk mengambil dan menampilkan informasi hasil monitoring kepada pengguna. Dengan demikian, database berfungsi sebagai media penyimpanan terpusat

yang menghubungkan proses akuisisi data pada perangkat dengan proses visualisasi pada sistem informasi.

Data yang telah tersimpan kemudian ditampilkan pada dashboard monitoring berbasis web. Dashboard dirancang untuk menyajikan informasi jumlah jamaah secara lebih mudah dipahami dibandingkan keluaran mentah dari Serial Monitor atau tabel database. Pada tampilan dashboard, jumlah jamaah dikelompokkan berdasarkan waktu salat, yaitu Subuh, Dzuhur, Asar, Maghrib, dan Isya, serta terdapat kategori jumlah jamaah di luar waktu salat. Penyajian tersebut memungkinkan pengguna mengetahui distribusi jumlah jamaah berdasarkan waktu tanpa harus membaca data mentah yang tersimpan pada database.



Gambar 10. Tampilan dashboard monitoring jumlah jamaah berbasis web

Hasil pengujian dashboard menunjukkan bahwa data yang telah diproses dan disimpan pada server dapat ditampilkan kembali dalam bentuk informasi yang lebih terstruktur. Sebagai contoh, pada tampilan dashboard terdapat jumlah jamaah untuk masing-masing waktu salat serta jumlah jamaah yang terdeteksi di luar waktu salat. Informasi tersebut menunjukkan bahwa data dari proses *counting* pada ESP32 telah melewati tahapan komunikasi dan pengolahan sebelum akhirnya dapat digunakan sebagai informasi monitoring.

Pengujian ini juga memperlihatkan adanya keterkaitan antara tiga keluaran utama sistem, yaitu Serial Monitor, database, dan dashboard. Serial Monitor merepresentasikan proses yang terjadi pada perangkat secara langsung, database merepresentasikan hasil penyimpanan data pada sisi server, sedangkan dashboard merepresentasikan hasil pengolahan data dalam bentuk informasi yang dapat dipantau pengguna. Ketiga bagian tersebut membentuk satu alur pengolahan data yang saling berhubungan, sehingga keberhasilan sistem tidak hanya ditentukan oleh kemampuan sensor dalam mendeteksi objek, tetapi juga oleh keberhasilan komunikasi dan pengelolaan data setelah proses pendeteksian.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah mampu menjalankan alur data mulai dari pendeteksian objek oleh sensor VL53L1X, pengolahan dan penghitungan oleh ESP32, pengiriman data melalui Wi-Fi, penerimaan data oleh server, penyimpanan pada database MySQL, hingga penyajian informasi pada dashboard berbasis web. Dengan demikian, fungsi utama sistem sebagai sistem monitoring jumlah jamaah berbasis IoT telah dapat diimplementasikan. Hasil pada Subbab 3.4 juga melengkapi pengujian pada Subbab 3.3, karena pengujian sebelumnya berfokus pada kemampuan sistem dalam menghitung jumlah jamaah, sedangkan pengujian ini berfokus pada keberhasilan transmisi, penyimpanan, dan penyajian hasil penghitungan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring jumlah jamaah berbasis ESP32, dapat disimpulkan bahwa sistem telah berhasil mengintegrasikan sensor *Time of Flight* (ToF) VL53L1X, mikrokontroler ESP32, jaringan Wi-Fi, server, database MySQL, dan dashboard berbasis web dalam satu sistem monitoring. Dua sensor VL53L1X digunakan untuk mendeteksi urutan pergerakan objek pada area pintu, sedangkan ESP32 mengolah hasil pembacaan sensor untuk menentukan arah pergerakan dan melakukan penghitungan jumlah jamaah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses deteksi dan *counting* dengan baik pada kondisi jamaah yang melewati pintu secara berjeda. Pada kondisi tersebut, seluruh skenario pengujian dari satu hingga lima jamaah dapat tercatat sesuai jumlah aktual dengan tingkat akurasi 100%.

Pada kondisi jamaah yang bergerak secara beruntun atau padat, sistem juga mampu melakukan penghitungan dengan akurasi 100% hingga tiga jamaah dalam satu rangkaian pendeteksian. Namun, ketika jumlah jamaah yang melewati pintu secara beruntun meningkat menjadi empat dan lima orang dalam kondisi padat, terjadi keterbatasan penghitungan sehingga masing-masing hanya tercatat tiga jamaah, dengan akurasi sebesar 75% dan 60%. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh jarak antarsensor yang relatif dekat, yaitu sekitar 8 cm, serta waktu pemrosesan satu *cycle* sistem yang berada pada kisaran 2–3 detik. Keterbatasan tersebut terutama muncul ketika beberapa jamaah melewati area sensor secara sangat rapat dan berkelanjutan sehingga sistem belum memiliki waktu yang cukup untuk menyelesaikan satu *cycle* pendeteksian sebelum menerima objek berikutnya. Sebaliknya, apabila terdapat jeda antarjamaah sehingga sistem dapat kembali ke kondisi normal sebelum mendeteksi objek berikutnya, proses *counting* dapat dilakukan dengan baik.

Selain kemampuan *counting*, sistem berhasil melakukan pengiriman hasil penghitungan dari ESP32 menuju server melalui jaringan Wi-Fi. Data yang telah diproses dapat diterima dan disimpan pada database MySQL, kemudian ditampilkan melalui dashboard berbasis web sehingga informasi jumlah jamaah dapat dipantau secara terpusat. Integrasi tersebut menjadi salah satu kelebihan sistem karena hasil pendeteksian tidak hanya tersedia pada perangkat, tetapi juga dapat disimpan sebagai data historis dan disajikan dalam bentuk informasi yang lebih mudah dipantau. Dengan demikian, sistem dapat menjadi alternatif terhadap proses pencatatan jumlah jamaah secara manual, khususnya dalam menyediakan pencatatan yang lebih terstruktur dan mendukung monitoring berbasis data.

Keterbatasan utama sistem terletak pada kemampuan menangani kondisi objek yang melewati area pendeteksian secara sangat rapat dalam satu *cycle*. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada optimasi posisi dan jarak pemasangan sensor, penyempurnaan algoritma pendeteksian dan pengenalan urutan sensor, serta pengurangan waktu pemrosesan setiap *cycle*. Pengembangan juga dapat dilakukan pada sisi sistem monitoring dengan menambahkan pengolahan data historis, visualisasi statistik, serta mekanisme analisis yang lebih komprehensif. Dengan perbaikan tersebut, sistem diharapkan mampu mempertahankan akurasi pada kondisi normal sekaligus meningkatkan kemampuan dalam menangani arus jamaah yang lebih padat dan kontinu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pamulang yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pamulang atas fasilitasi kegiatan, serta kepada pengurus Dewan Kemakmuran Masjid (DKM) dan seluruh masyarakat Masjid Nurul Islam Sarimulya yang telah memberikan izin, kerja sama, serta partisipasi aktif selama proses implementasi sistem hingga kegiatan sosialisasi berlangsung. Dukungan dari seluruh pihak tersebut sangat membantu sehingga kegiatan dapat terlaksana dengan baik dan mencapai tujuan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Adhim, M. F., & Dewi, G. S. (2024). Sistem monitoring IoT smart farm berbasis web dengan integrasi template dashboard Bootstrap dan Laravel 10. *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 4(7). <https://doi.org/10.59141/comserva.v4i7.2595>
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- Barral Vales, V., Fernández, O. C., Domínguez-Bolaño, T., Escudero, C. J., & García-Naya, J. A. (2024). *Fine time measurement for the Internet of Things: A practical approach using ESP32*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2401.16517>
- Connolly, T., & Begg, C. (2015). *Database systems: A practical approach to design, implementation, and management*. Pearson.
- Domínguez-Bolaño, T., Campos, O., Barral, V., Escudero, C. J., & García-Naya, J. A. (2024). *An overview of IoT architectures, technologies, and existing open-source projects*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2401.15441>
- Espressif Systems. (2023). *ESP32 technical reference manual*. Espressif Systems.
- Mahabojana Dwi Prayoga, K. A., Edwindra, R., Mas Suariedewi, I. G. A. A., Nugraha, M. D., Yudi Prabhadika, I. P., Agung Pawana, I. G. N., Dwikiarta, I. M. S., Arygunartha, G. Y., & Ludra Antara, I. N. (2025). Pelatihan sensor ESP32 dan aplikasi mobile untuk monitoring dan kontrol di SMK. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 6(3), 3863–3870. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i3.6405>
- Richardson, L., & Ruby, S. (2007). *RESTful web services*. O'Reilly Media.
- Serepas, F., Papias, I., Christakis, K., Dimitropoulos, N., & Marinakis, V. (2025). Lightweight embedded IoT gateway for smart homes based on an ESP32 microcontroller. *Computers*, 14(9), 391. <https://doi.org/10.3390/computers14090391>
- STMicroelectronics. (2021). *VL53L1X time-of-flight ranging sensor datasheet*. STMicroelectronics.
- Suhaeb, S., & Risal, A. (2024). Implementation of ESP32-based web host for control and monitoring of robotic arm. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 5(3), 249–254. <https://doi.org/10.59562/jessi.v5i3.5184>
- Sudirman, S., Aqil, M., & Barung, R. (2026). Perancangan sistem pengendalian jumlah jamaah Masjid Darul Ulum berbasis Internet of Things (IoT). *JUKI: Jurnal Komputer dan Informatika*, 8(1), 105–117. <https://doi.org/10.53842/juki.v8i1.2342>
- Prawira, A. Y., Ruslianto, I., & Prawira, D. (2023). Rancang bangun sistem informasi manajemen masjid menggunakan progressive web apps. *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 11(3), 313. <https://doi.org/10.26418/coding.v11i03.53099>
- Indrawati, I., Ariyanti, M., & Dewi, C. K. (2025). Jejak digital masjid: Meningkatkan peran sosial DKM lewat website dan konten. *Madaniya*, 6(3), 1236–1243. <https://doi.org/10.53696/27214834.1291>
- Sholikhah, M., Rohmania, A. S., & Nurhapsari, R. (2024). Digitalisasi tata kelola Masjid At Taqwa Krandon Kudus berbasis website untuk peningkatan layanan dan transparansi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Waradin*, 5(1), 62–71. <https://doi.org/10.56910/wrd.v4i3.409>
- Abdillah, F. F. (2021). Penerapan IoT (Internet of Thing) untuk sistem monitoring jemaah masjid sesuai protokol kesehatan terhadap virus Covid-19 berbasis Arduino. *SinarFe7*, 4(1), 437–442. <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/68>