

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rangkaian Keseluruhan

Pada tahap ini dilakukan pengujian rangkaian keseluruhan dari sistem jam waktu shalat digital. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan semua komponen perangkat keras termasuk mikrokontroler ATmega328P, RTC DS3231, modul bluetooth hc-05, seven-segment display, buzzer, dan relay terhubung dan bekerja sesuai dengan perancangan. Rangkaian ini akan diuji secara langsung untuk memverifikasi jalur komunikasi data, kinerja tampilan waktu, serta respon buzzer dan relay. Rangkaian hasil perakitan ditampilkan pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4. 1 Hasil Akhir Jam Waktu Shalat

Gambar 4.1 menunjukkan susunan komponen sistem jam waktu shalat digital secara fisik. Mikrokontroler menjadi pusat kendali, menerima data waktu dari RTC DS3231 melalui jalur I2C dan data pengaturan dari aplikasi android melalui modul Bluetooth HC-05. Output berupa jadwal shalat dan waktu real-time ditampilkan pada display seven-segment. Buzzer dan relay dikendalikan sesuai logika waktu adzan dan iqamah. Seluruh komponen dirakit pada papan percobaan dengan layout rapi, memastikan koneksi antar modul dapat bekerja tanpa gangguan.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian terhadap sistem jam waktu shalat digital yang telah dibuat. Dimulai dari penjelasan tampilan menu utama aplikasi, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian koneksi Bluetooth HC-05. Selanjutnya, dipaparkan hasil pengujian modul RTC DS3231 untuk memastikan ketepatan waktu, diikuti pengujian pengambilan dan penyesuaian lokasi GPS. Setelah itu, dijelaskan hasil perhitungan jadwal shalat, pengecekan serta penyesuaian jadwal melalui API, dan pengaturan sistem seperti iqomah, durasi shalat, buzzer, serta relay. Pengujian berikutnya mencakup penyimpanan serta pembaruan data pada EEPROM. Bagian ini diakhiri dengan analisis kinerja sistem secara keseluruhan guna menilai akurasi, keandalan, dan responsivitas perangkat.

4.2.1 Tampilan Menu Utama

Aplikasi android yang terhubung ke sistem jam waktu shalat digital memiliki empat menu utama yang dapat diakses dari halaman awal:



Gambar 4. 2 Tampilan Menu Utama Pada Smartphone

Fungsi:

1) Pengaturan Jam & Tanggal

Menu Pengaturan Jam dan Tanggal berfungsi sebagai pengelola waktu utama sistem. Pada menu ini tersedia fitur pengaturan waktu secara otomatis

melalui pembacaan modul RTC, pengambilan waktu secara otomatis dari perangkat android, serta pengaturan manual dengan memasukkan nilai jam dan tanggal langsung melalui aplikasi. Kombinasi fitur tersebut memberikan fleksibilitas dalam menjaga akurasi waktu sesuai kondisi penggunaan.

2) Pengaturan Jam Shalat

Menu Pengaturan Jam Shalat digunakan untuk mengatur jadwal waktu salat yang akan dijalankan oleh sistem. Fitur yang tersedia meliputi mode pengaturan otomatis berdasarkan lokasi GPS serta mode penyesuaian manual melalui pengaturan koordinat GPS. Dengan adanya kedua fitur ini, jadwal salat dapat disesuaikan baik secara otomatis maupun manual sesuai kebutuhan pengguna.

3) Penyesuaian dan Pengecekan Jadwal Shalat

Menu Penyesuaian dan Pengecekan Jadwal Shalat berfungsi untuk melakukan pemeriksaan dan penyesuaian terhadap jadwal salat yang telah ditentukan. Pada menu ini tersedia fitur pengecekan jadwal salat berdasarkan data API sesuai provinsi dan kabupaten. Selain itu, sistem juga menyediakan fitur penyesuaian manual waktu salat dengan membandingkan hasil perhitungan hisab dan data yang diperoleh dari API.

4) Pengaturan Sistem

Menu Pengaturan Sistem berfungsi untuk melakukan konfigurasi umum terhadap sistem secara keseluruhan. Fitur yang tersedia pada menu ini meliputi pengaturan lama iqamah, pengaturan lama waktu salat, pengaturan lama waktu salat Jumat, pengaturan tingkat kecerahan display, pengaturan status buzzer, serta pengaturan status relay. Seluruh fitur tersebut memungkinkan sistem disesuaikan dengan kebutuhan operasional dan lingkungan penggunaan.

4.2.2 Koneksi Bluetooth

Pengujian koneksi bluetooth dilakukan untuk memastikan komunikasi dua arah antara aplikasi android dan modul HC-05 berjalan stabil pada seluruh kondisi (belum tersambung, proses pairing, tersambung, dan gagal). Dokumentasi visual

berikut digunakan untuk memperjelas setiap state koneksi yang terjadi selama pengujian.

1) Kondisi Bluetooth Belum Terhubung

Pada tahap ini, koneksi antara aplikasi android dan perangkat mikrokontroler belum berhasil dijalin. Ikon bluetooth yang terletak di pojok kanan atas aplikasi akan berwarna merah sebagai indikator status. Dalam keadaan ini, sistem belum dapat menerima perintah atau data dari aplikasi. Apabila pengguna menekan ikon bluetooth, aplikasi akan berpindah ke halaman pencarian perangkat untuk memulai proses pairing. Hasil pengujian awal saat perangkat belum tersambung ditunjukkan pada gambar 4.3 dibawah ini.



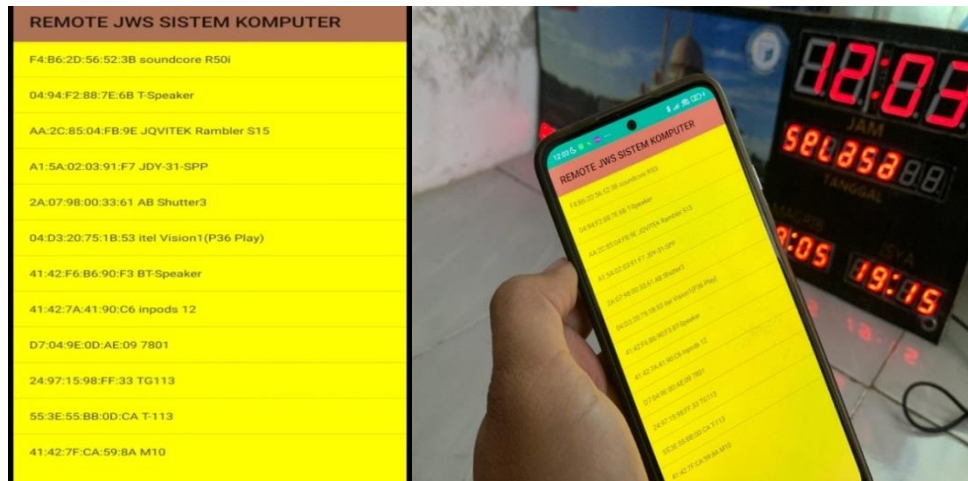
Gambar 4. 3 Kondisi Bluetooth Tidak Terkoneksi Pada Smartphone

Ditunjukkan pada Gambar 4.3 diatas, ikon bluetooth dipojok kanan atas pada aplikasi berwarna merah menandakan bahwa koneksi antara aplikasi android dan perangkat mikrokontroler belum berhasil dijalin. Pada kondisi ini, sistem belum menerima perintah atau data dari aplikasi.

2) Kondisi Pairing Bluetooth

Tahap ini menunjukkan proses pencarian dan pemilihan perangkat bluetooth oleh aplikasi android. Perangkat yang dituju adalah modul HC-05 yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler. Proses pairing ini sangat penting

karena menjadi langkah awal untuk memastikan komunikasi serial dapat berjalan lancar. Saat ikon bluetooth ditekan akan masuk ke halaman pairing bluetooth yang akan ditampilkan pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 4 Tampilan Proses Pairing Pada Smartphone

Gambar 4.4 diatas memperlihatkan aplikasi android sedang mencari perangkat hc-05 untuk memulai proses koneksi. Proses pairing ini penting untuk memastikan komunikasi serial dapat berjalan.

3) Kondisi Bluetooth Terhubung

Kondisi ini terjadi setelah proses pairing berhasil dilakukan. Ikon bluetooth di pojok kanan atas aplikasi akan berubah menjadi warna hijau sebagai tanda bahwa koneksi telah terjalin. Pada tahap ini, aplikasi dapat mengirimkan pengaturan seperti durasi iqamah, offset waktu, serta menerima informasi jadwal shalat dari perangkat. Komunikasi dua arah antara aplikasi dan mikrokontroler sudah aktif. Hasil uji koneksi ini ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut ini.

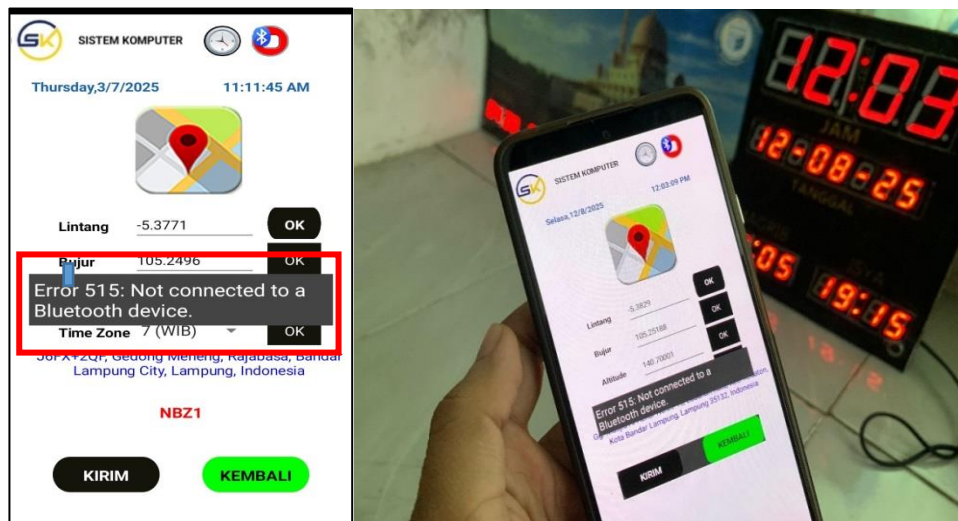


Gambar 4. 5 Tampilan Bluetooth Terkoneksi Pada Smartphone

Gambar 4.5 diatas ikon bluetooth dipojok kanan atas pada aplikasi berwarna hijau menunjukkan kondisi saat koneksi bluetooth telah berhasil dibangun. Aplikasi dapat mengirim pengaturan iqamah, offset waktu, dan menerima informasi jadwal shalat. Hal ini menandakan komunikasi dua arah sudah berjalan.

4) Kondisi Koneksi Bluetooth Gagal

Kondisi ini terjadi ketika proses pairing tidak berhasil dilakukan. Penyebab kegagalan dapat meliputi jarak perangkat yang terlalu jauh, interferensi sinyal, atau kesalahan autentikasi. Jika kegagalan disebabkan oleh perangkat yang tidak ditemukan, modul bluetooth yang mati, atau gangguan komunikasi, aplikasi akan menampilkan notifikasi **“Error 515”**. Notifikasi ini menandakan bahwa koneksi Bluetooth tidak dapat dijalankan sehingga pengguna harus memeriksa perangkat dan mencoba proses koneksi ulang. Kondisi gagal pairing ini diperlihatkan pada gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4. 6 Tampilan Saat Pairing Gagal Pada Smartphone

Gambar 4.6 diatas menampilkan kondisi di mana proses pairing bluetooth gagal dilakukan. Hal ini bisa disebabkan jarak terlalu jauh, interferensi sinyal, atau kesalahan autentikasi. Gambar ini penting untuk mengilustrasikan batasan sistem. Namun, apabila koneksi gagal karena faktor seperti perangkat tidak ditemukan, modul bluetooth dalam kondisi mati, atau terjadi gangguan komunikasi, maka aplikasi akan menampilkan notifikasi kesalahan berupa pesan "**Error 515**". Pesan ini secara spesifik menunjukkan bahwa koneksi Bluetooth gagal dilakukan, sehingga pengguna perlu memastikan kembali kondisi perangkat dan mencoba proses koneksi ulang.

Tabel 4. 1 Pengujian Koneksi Bluetooth

Kondisi Pengujian	Jarak Pengujian	Aksi pada Aplikasi	Status Koneksi	Keterangan
Bluetooth aktif, HC-05 dekat	±1 meter	Scan dan pilih perangkat HC-05	Berhasil terhubung	Koneksi stabil dan responsif
HC-05 mati	-	Scan perangkat	Gagal	Tidak terdeteksi

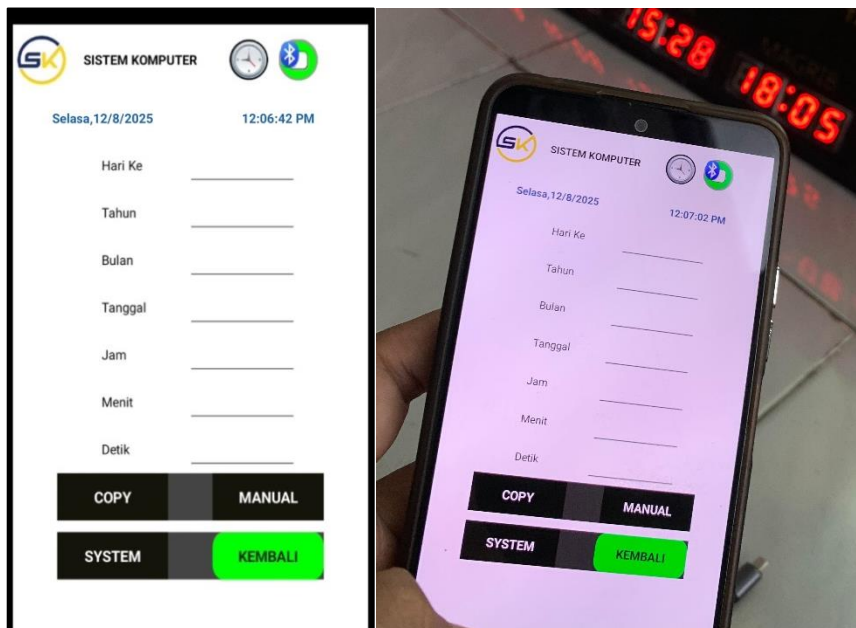
/ tidak dinyalakan			terhubung	dalam daftar perangkat
HC-05 jauh dari perangkat	10 meter	Hubungkan ke HC-05	Tidak stabil / gagal	Sinyal lemah, koneksi sering terputus

4.2.3 Hasil Pengujian RTC DS3231

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa nilai waktu yang ditampilkan oleh sistem benar-benar berasal dari pembacaan langsung modul *Real Time Clock* (RTC) melalui program mikrokontroler. Nilai tersebut diperoleh dengan membaca data jam, menit, detik, tanggal, bulan, dan tahun yang tersimpan di register internal RTC. Berikut ini adalah langkah pengujian RTC DS3231 :

1) Pengaturan Waktu dan Tanggal RTC

Pengujian diawali dengan memastikan bahwa waktu awal pada modul RTC telah diatur sesuai acuan resmi, seperti waktu pada ponsel atau komputer yang sudah sinkron dengan standar waktu nasional. Nilai waktu awal ini dimasukkan ke RTC saat proses inisialisasi sistem. Modul RTC DS3231 menghitung detik demi detik secara mandiri menggunakan osilator kristal 32,768 kHz, sedangkan baterai cadangan memastikan perhitungan waktu tetap berjalan meskipun daya utama dimatikan. Pada tahap ini, aplikasi menyediakan opsi system untuk pembacaan data langsung dari RTC dan copy untuk pembacaan dari perangkat android. Data hasil pengaturan akan ditampilkan pada seven-segment display. Pengaturan waktu dan tanggal ditunjukkan pada gambar 4.7 berikut ini.

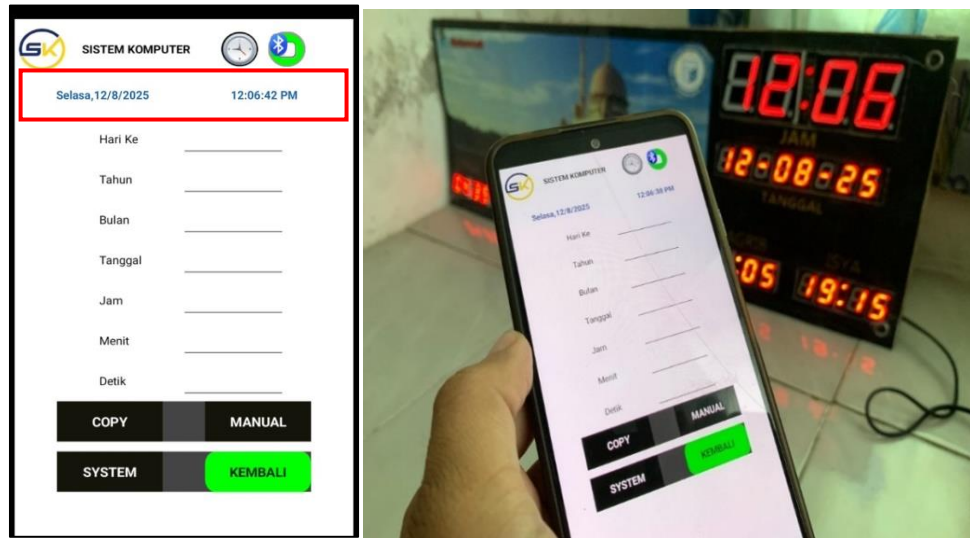


Gambar 4. 7 Pengaturan Waktu dan Tanggal RTC

Gambar 4.7 diatas memperlihatkan pengaturan waktu dan tanggal yang terdapat beberapa pilihan seperti system untuk pembacaan data dari RTC dan copy untuk pembacaan dari perangkat android. Data ini kemudian ditampilkan pada display seven segment.

2) Pembacaan Sistem RTC

Tahap ini menguji kemampuan sistem membaca waktu real-time langsung dari register internal RTC. Data yang dibaca meliputi jam, menit, detik, tanggal, bulan, dan tahun. Mikrokontroler menerima data tersebut, kemudian menampilkannya pada seven-segment display. Proses pembacaan waktu real-time dari modul RTC DS3231 yang ditampilkan pada display seven-segment ditampilkan pada gambar 4.8 berikut ini.



Gambar 4. 8 Tampilan Pembacaan Sistem RTC

Pada gambar 4.8 diatas adalah hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang ditampilkan jam 12:06 dan tanggal 12 agustus 2025 akurat dan sesuai dengan jam referensi. Proses pembacaan dimulai dari pengambilan data waktu di register RTC, kemudian ditransmisikan ke mikrokontroler dan ditampilkan ke display. Akurasi ini didukung oleh osilator kristal berfrekuensi 32.768 kHz pada modul RTC. Nilai yang terbaca dari RTC kemudian diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada seven-segment display. Setelah data waktu dikirim, modul RTC menampilkan waktu aktual melalui seven segment display sebagai representasi visual. Modul ini juga menjadi referensi utama dalam sistem untuk menentukan waktu-waktu shalat secara real-time.

Tabel 4. 2 Pengujian Sistem RTC

No	Lokasi	Waktu Referensi (Ponsel)	Waktu Hasil RTC	Selisih (detik)
1.	Gedung G Darmajaya (-5.37789, 105.24955, 143.5)	10:00:00	10:00:01	+1
2.	Gedung G Darmajaya (-5.37789, 105.24955, 143.5)	12:15:30	12:15:29	-1

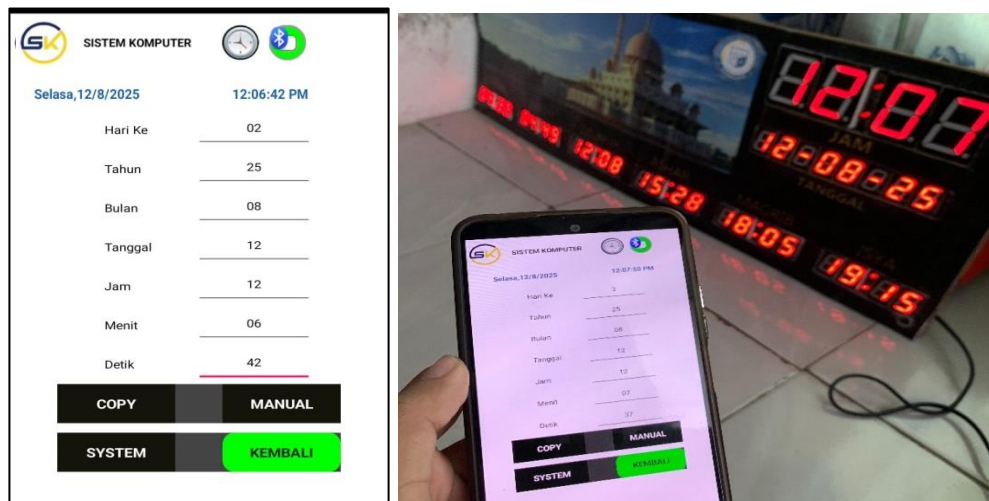
3.	Masjid Al-Azhar (-5.38289, 105.25188, 140.70)	14:45:10	14:45:08	-2
4.	Masjid Al-Azhar (-5.38289, 105.25188, 140.70)	16:30:45	16:30:43	-2

Keterangan:

- Waktu Referensi diambil dari jam ponsel yang sudah sinkron dengan waktu resmi.
- Waktu Hasil RTC adalah waktu yang dibaca mikrokontroler dari modul RTC melalui I²C.
- Selisih dihitung sebagai (RTC Referensi). Positif berarti RTC lebih cepat, negatif berarti lebih lambat.
- Selisih maksimal ± 2 detik masih tergolong akurat untuk sistem ini.

3) Pengaturan Manual RTC

Tahap ini bertujuan memastikan bahwa waktu pada modul RTC dapat diubah melalui aplikasi android. Prosesnya dimulai dengan menyalin (copy) data waktu dari perangkat android, kemudian modul RTC mengatur ulang waktunya sesuai data yang dikirim. Waktu yang telah diset langsung ditampilkan pada seven-segment display secara real-time. Proses pengaturan manual ini diperlihatkan pada gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4. 9 Pengaturan Manual RTC

Gambar 4.9 diatas menunjukkan proses pengaturan manual RTC melalui aplikasi android. Copy data waktu dari perangkat android lalu akan muncul waktu sesuai yang ada diperangkat android. Waktu yang diset secara manual langsung ditampilkan pada display. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi antara aplikasi dan RTC berjalan dengan baik.

4.2.4 Pengujian Pengambilan dan Penyesuaian Lokasi GPS

Pengujian integrasi data lokasi dari GPS ponsel dilakukan berdasarkan prinsip perbandingan koordinat antara dua sumber data, yaitu GPS internal ponsel dan koordinat acuan dari peta digital. GPS internal ponsel digunakan untuk memperoleh data posisi geografis yang terdiri dari nilai *longitude*, *latitude*, dan *altitude* secara real-time di lokasi pengujian. GPS internal ini bekerja dengan menerima sinyal dari satelit navigasi, kemudian mengolahnya menggunakan metode triangulasi untuk menentukan koordinat lintang, bujur, dan ketinggian. Sebagai pembanding, digunakan koordinat acuan yang diambil dari peta digital seperti Google Earth yang memiliki tingkat akurasi tinggi dan diakui secara luas. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4. 10 Pengambilan Lokasi GPS

Dari gambar 4.10 diatas menunjukkan keberhasilan sistem membaca data lokasi (longitude, latitude, altitude) secara real-time dari GPS internal ponsel. Data ini menjadi dasar perhitungan algoritma waktu shalat menggunakan metode hisab berbasis posisi matahari. Hasil pengujian GPS internal ponsel ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Pengujian Lokasi Koordinat GPS

No	Lokasi	Parameter	Data GPS (Perangkat Android)	Data Peta (Google Earth)	Selisih (Desimal)	Jarak Selisih (meter)
1.	Masjid Al-Azhar	Latitude (°)	-5.382880	-5.382778	-0.000102°	11,36 m (ke arah selatan)
		Longitude (°)	105.251870	105.251667	+0.000203°	22,47 m (ke arah timur)
		Altitude (m)	140.70 m	119.54 m	+21.16 m	5,2 m (jarak euclidean)

2.	Gedung G Darmajaya	Latitude (°)	--5.377890	-5.377778	-0.000112°	21,16 m (ke arah selatan)
		Longitude (°)	105.249550	105.249444	+0.000106°	11,78 m (ke arah timur)
		Altitude (m)	143.50	120.55	+22.95	8,6 m (jarak euclidean)

Keterangan:

- 1) Data Latitude dan Longitude terukur diperoleh dari pengujian menggunakan GPS internal ponsel.
- 2) Data acuan Google Earth diperoleh dengan konversi koordinat DMS (Degree, Minute, Second) ke desimal.
- 3) Selisih horizontal dihitung menggunakan rumus Haversine dengan radius bumi 6.371 km.
- 4) Selisih elevasi dihitung sebagai altitude terukur – altitude Google Earth (positif berarti lebih tinggi).
- 5) Perbedaan dapat dipengaruhi oleh akurasi GPS ponsel, multipath sinyal, perbedaan datum, dan metode estimasi elevasi.

Perbedaan Data:

- 1) Selisih horizontal yang ditemukan berkisar antara 11,36 m hingga 22,47 m untuk masing-masing koordinat (latitude/longitude).
- 2) Selisih elevasi berkisar antara +21,16 m hingga +22,95 m, yang menunjukkan bahwa pengukuran ponsel memberikan nilai ketinggian lebih tinggi dibandingkan Google Earth.
- 3) Faktor penyebab selisih:
 - a. Akurasi GPS ponsel yang bergantung pada kondisi satelit, gangguan multipath, dan lingkungan sekitar.

- b. Model elevasi berbeda: Google Earth menggunakan Digital Elevation Model (DEM) sedangkan ponsel mungkin menggunakan estimasi GPS/barometer.
 - c. Perbedaan waktu pengukuran yang memengaruhi jumlah satelit terkunci.
 - d. Pengaruh atmosfer seperti ionosfer dan troposfer terhadap sinyal GPS.
- 4) Perbedaan ini masih berada dalam batas toleransi akurasi GPS konsumen (± 5 m sampai ± 30 m) sehingga dianggap wajar untuk aplikasi penentuan lokasi umum.

Selain pengambilan otomatis melalui GPS ponsel, sistem juga diuji untuk menerima input koordinat manual dari pengguna. Dalam pengujian ini, pengguna memasukkan lintang dan bujur melalui aplikasi android, yang diperoleh dari Google Maps.

4.2.5 Perhitungan Jadwal Shalat

Setelah lokasi didapatkan, aplikasi menghitung waktu shalat menggunakan metode hisab berdasarkan posisi matahari terhadap lokasi pengguna. Hasil perhitungan waktu shalat ditampilkan untuk waktu Subuh, Zuhur, Asar, Maghrib, dan Isya. Dokumentasi ditampilkan pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4. 11 Hasil Perhitungan Shalat GPS

Pada gambar 4.11 diatas memperlihatkan tampilan hasil perhitungan waktu shalat dari algoritma hisab. Setiap waktu ditampilkan lengkap dari Subuh hingga Isya dan secara dinamis berubah mengikuti tanggal dan lokasi pengguna. Berikut adalah tabel pengujian perhitungan shalatnya:

Tabel 4. 4 Pengujian Perhitungan Waktu Shalat

No	Lokasi	Koordinat (Lat, Long, Alt)	Subuh	Dzuhur	Ashar	Magrib	Isya
1	Masjid Al-Azhar (12 Agustus 025)	-5.38289, 105.25188, 140.70	04:49	12:06	15:28	18:05	19:15
2	Gedung G Darmajaya (12 Agustus 2025)	-5.37789, 105.24955, 143.5	04:49	12:06	15:28	18:05	19:15

Berikut adalah penyajian parameter astronomi yang digunakan dalam proses perhitungan, mulai dari Julian Day (JD) hingga *Equation of Time* (ET) dan sudut deklinasi matahari (Δ), yang kemudian menghasilkan jam shalat untuk masing-masing lokasi.

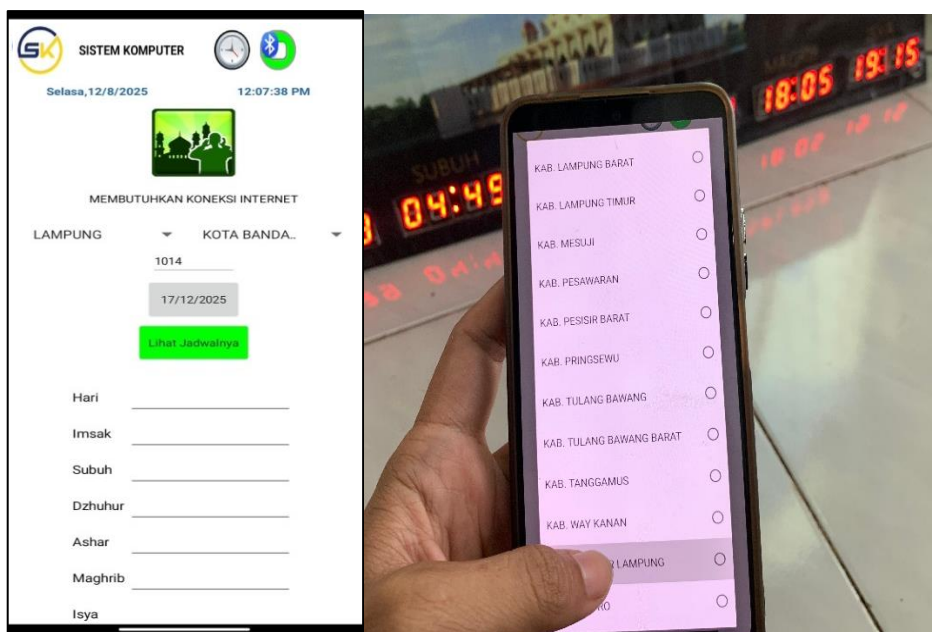
Tabel 4. 5 Variabel Perhitungan Waktu Shalat

Tanggal	Longitude, Latitude, Altitude (m)	JD	U	Lo (°)	ET (menit)	Transit (WIB)	HA Subuh (jam)	HA Ashar (jam)	HA Magrib (jam)	HA Isya (jam)	Waktu Shalat (WIB)
Masjid Al-Azhar (12-08- 2025)	5.38289, 105.25188 , 140.70 m	246089 9.5	0.256 11225	105.25 188°	-5.097 Menit	12:06	7.28	3.37	5.96	7.15	Subuh (04:49) Dzuhur (12:06) Ashar (15:28) Magrib (18:05) Isya (19:15)
Gedug G Darmjay a (12-08- 2025)	-5.37789, 105.24955 , 143.5 m	246089 9.5	0.256 11225	105.25 188°	-5.097 Menit	12:06	7.28	3.37	5.96	7.15	Subuh (04:49) Dzuhur (12:06) Ashar (15:28) Magrib (18:05) Isya (19:15)

4.2.6 Pengecekan dan Penyesuaian Jadwal Shalat via API.

A. Pengecekan Jadwal Shalat Berdasarkan Provinsi dan Kabupaten/Kota

Fitur pengecekan jadwal shalat menggunakan API dilakukan dengan memilih provinsi dan kabupaten dari daftar wilayah yang tersedia. Aplikasi kemudian melakukan permintaan data ke API (<https://api.myquran.com/v2>) dan menampilkan jadwal shalat yang diperoleh dari server. Untuk menguji fungsi pengaturan sistem, dilakukan pengecekan jadwal shalat menggunakan API diawali dengan pemilihan provinsi dan kabupaten/kota dari daftar wilayah yang tersedia pada aplikasi. Dokumentasi ditunjukkan pada gambar 4.12 dibawah ini.



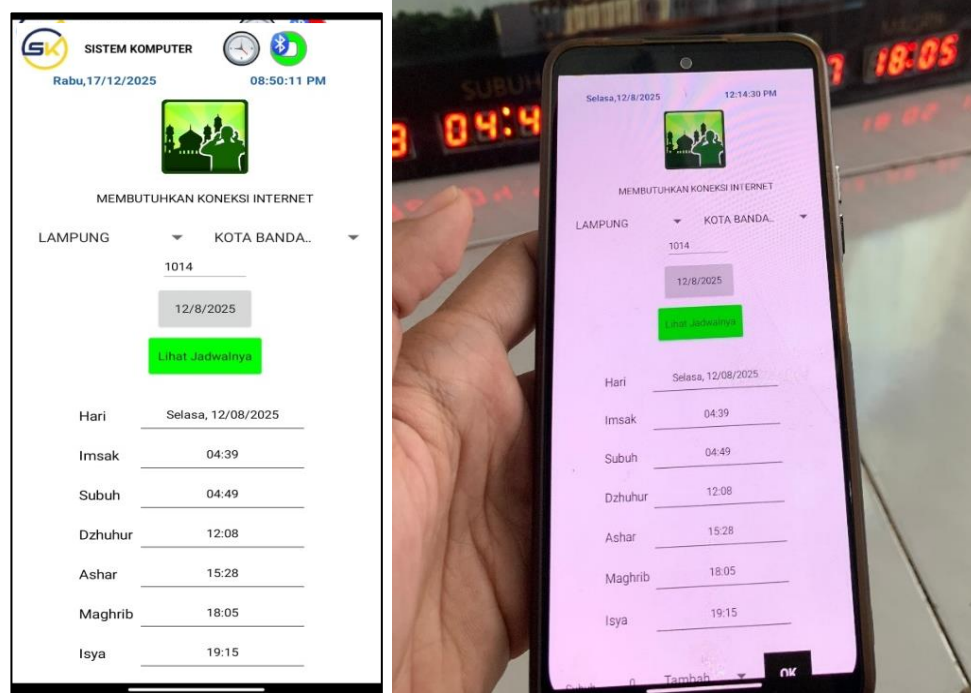
Gambar 4. 12 Pengecekan Jadwal Shalat

Gambar 4.12 diatas menunjukan proses pengecekan jadwal shalat berdasarkan provinsi dan kabupaten/kota. Langkah ini menjadi awal pengujian untuk memastikan proses pengambilan data dari server dapat berjalan lancar.

B. Hasil Pengecekan Jadwal Shalat dari API

Setelah data berhasil diambil, aplikasi menampilkan jadwal shalat berdasarkan kabupaten/kota yang dipilih. Jadwal yang ditampilkan meliputi lima waktu shalat utama: Subuh, Zuhur, Ashar, Maghrib, dan Isya. Informasi

ini bersumber dari server jadwal shalat nasional yang mengacu pada data referensi Kementerian Agama Republik Indonesia. Data ini juga digunakan pengguna untuk membandingkan hasil perhitungan hisab yang sudah tersedia di aplikasi. Setelah itu hasil akan ditampilkan pada gambar 4.13 berikut.



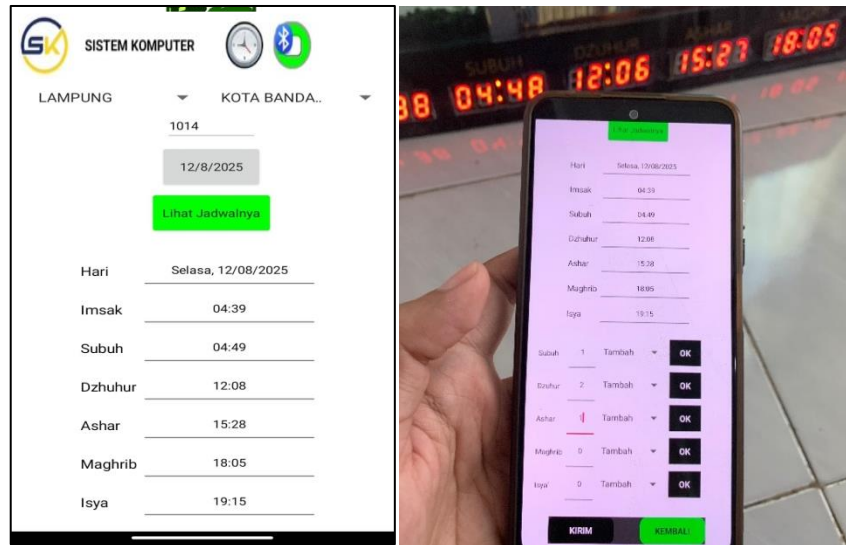
Gambar 4. 13 Hasil Pengecekan Jadwal Shalat

Gambar 4.13 diatas menampilkan hasil jadwal shalat yang berhasil diambil dari API berdasarkan kabupaten yang dipilih. Data yang ditampilkan meliputi lima waktu shalat harian lengkap, yaitu Subuh, Zuhur, Ashar, Maghrib, dan Isya. Informasi ini bersumber dari server jadwal shalat nasional dan disesuaikan berdasarkan data referensi Kementerian Agama Republik Indonesia. Aplikasi kemudian menampilkan waktu tersebut agar pengguna dapat membandingkannya dengan hasil perhitungan hisab yang ditampilkan sebelumnya.

C. Penyesuaian Selisih Jadwal Shalat (Offset)

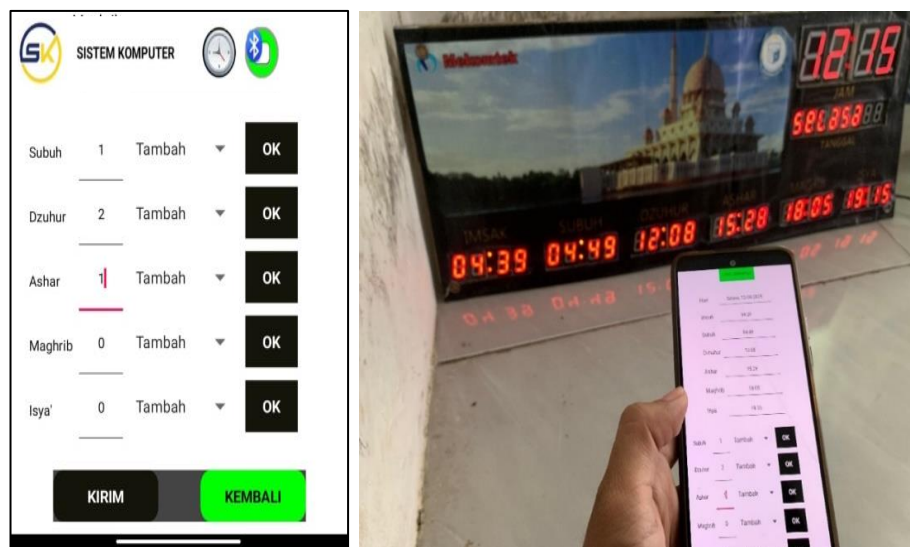
Aplikasi juga menyediakan fitur penyesuaian offset, misalnya menambahkan atau mengurangi beberapa menit untuk tiap waktu shalat. Offset ini tersimpan di EEPROM, sehingga tetap tersimpan meskipun aplikasi ditutup.

Jika ditemukan selisih waktu, dilakukan penyesuaian offset. Hasil akhir setelah penyesuaian ditampilkan pada gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 4. 14 Penyesuaian Selisih Jadwal Shalat

Pada gambar 4.14 diatas pengguna dapat melakukan penyesuaian manual sesuai kebutuhan local atau bisa sesuaikan dengan nilai dar API (Opsional). Hasil penyesuaian kemudian diterapkan ke perangkat jam shalat digital. Hasil akhir setelah penyesuaian ditampilkan pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4. 15 Penyesuaian Jadwal Shalat Hisab dan API

Pada gambar 4.15 diatas memperlihatkan hasil setelah pencocokan antara metode hisab dan API (Opsional). Selisih waktu antara keduanya ditampilkan

secara otomatis dalam satuan menit. Fitur ini bertujuan untuk membantu pengguna dalam menilai keakuratan perhitungan dan memilih sumber waktu yang paling sesuai. Data yang dikirim akan tersimpan di EEPROM.

Tabel Perbandingan Jadwal Shalat (Hisab vs API) dibawah ini (Tabel 4.6) adalah hasil pengujian perbandingan waktu shalat antara hasil hisab aplikasi dan data dari API pada beberapa wilayah di Provinsi Lampung.

Tabel 4. 6 Perbedaan Waktu Shalat Metode Hisab dan API

Tanggal	Lokasi	Waktu Shalat	Hisab	API	Selisih (menit)	Keterangan
12 Agustus 2025	Kota Bandar Lampung (-5.38295, 105.2518, 140.70)	Subuh	04:49	04:50	+1	Sangat dekat
		Dzuhur	12:06	12:08	+2	Dalam toleransi
		Azhar	15:28	15:29	+1	Sangat dekat
		Magrib	18:05	18:05	0	Akurat
		Isya	19:15	19:15	0	Akurat
12 Agustus 2025	Gedung G Darmajaya (12 Agustus 2025)	Subuh	04:48	04:49	+1	Sangat dekat
		Dzuhur	12:06	12:08	+2	Dalam toleransi
		Ashar	15:28	15:29	+1	Sangat dekat
		Magrib	18:05	18:05	0	Akurat
		Isya	19:15	19:15	0	Akurat

Tabel menunjukkan perbandingan waktu shalat hasil perhitungan metode hisab dari aplikasi dengan data resmi dari API (<https://api.myquran.com/v2>). Selisih

waktu dihitung dalam satuan menit, dengan cara mengurangi waktu hisab terhadap waktu dari API untuk setiap waktu shalat (misalnya Subuh dan Maghrib).

Selisih positif (+) berarti waktu hasil hisab lebih awal dari API, sedangkan selisih nol menunjukkan waktu yang identik. Berdasarkan hasil pengujian di beberapa wilayah seperti Bandar Lampung dan Pringsewu, rata-rata selisih waktu berada di kisaran 0–2 menit, yang masih dalam batas toleransi normal dan dapat diterima untuk kebutuhan ibadah.

Perbedaan ini bisa disebabkan oleh penggunaan rumus hisab lokal yang mempertimbangkan nilai parameter astronomis secara langsung (seperti sudut matahari dan deklinasi), sedangkan API (<https://api.myquran.com/v2>) menggunakan data dari Kementerian Agama yang telah disesuaikan secara administratif.

Tabel 4. 7 Interpretasi Toleransi Selisih Waktu Shalat

Selisih (menit)	Kategori Akurasi	Keterangan
0-1	Akurat	Tidak ada perbedaan atau hanya sedikit perbedaan, dapat digunakan langsung
2-3	Dalam Toleransi	Masih tergolong wajar dan tidak berpengaruh signifikan terhadap ibadah
> 3	Perlu Peninjauan	Perbedaan cukup besar, sebaiknya disesuaikan atau dikaji ulang

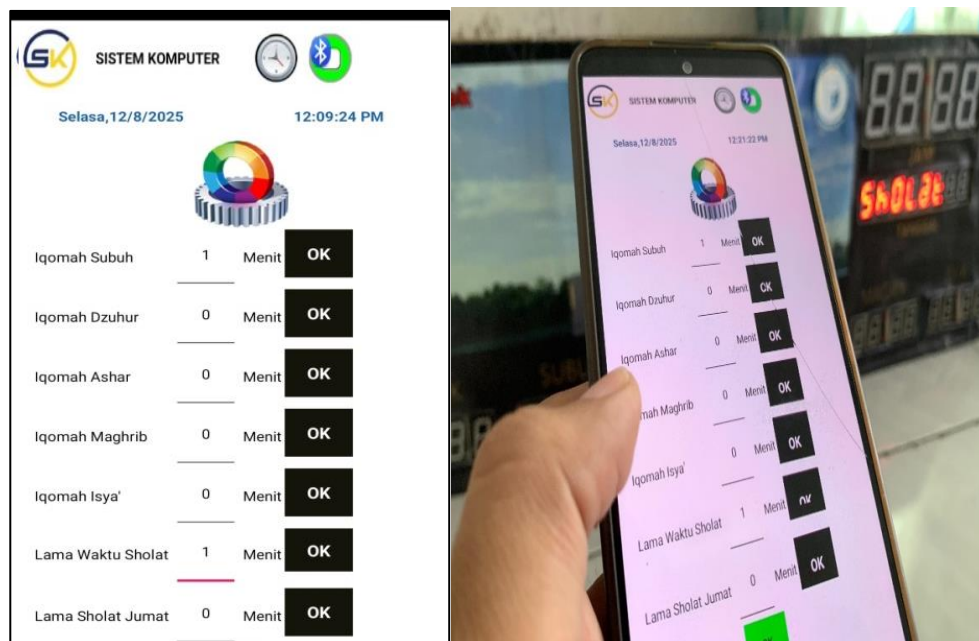
4.2.7 Pengaturan Sistem (Iqomah, Durasi, Buzzer, Relay)

Pengaturan sistem adalah proses penyesuaian parameter-parameter pada perangkat penentu waktu shalat digital agar dapat bekerja sesuai kebutuhan

pengguna. Pengaturan sistem dibagi menjadi empat bagian utama, yaitu pengaturan iqomah, pengaturan durasi, pengaturan buzzer, dan pengaturan relay. Berikut adalah pengaturan sistemnya sebagai berikut:

1) Pengaturan Iqomah

Pengaturan iqomah digunakan untuk menentukan jeda waktu antara adzan dan iqomah pada shalat berjamaah. Dengan fitur ini, pengurus masjid dapat menyesuaikan jeda yang diinput secara manual sesuai waktu shalat di setiap wilayah, misalnya 5 atau 10 menit. Pengaturan ini penting agar jamaah memiliki cukup waktu untuk bersiap setelah adzan dikumandangkan. Gambar berikut menampilkan antarmuka menu pengaturan iqomah pada aplikasi.



Gambar 4. 16 Pengaturan Lama Waktu Iqomah

Pada gambar 4.16 diatas terlihat pilihan durasi iqomah yang dapat diubah pengguna. Terdapat bagian untuk input berapa lama iqomah akan berjalan, serta tombol simpan untuk memastikan pengaturan tersimpan ke dalam sistem.

Pengujian membuktikan bahwa ketika pengaturan diubah, data terkirim ke mikrokontroler melalui bluetooth dan perintah dijalankan sesuai konfigurasi

pengguna. Selanjutnya bagaimana tampilan saat memasuki waktu iqamah akan ditampilkan pada gambar 4.17 dibawah ini.



Gambar 4. 17 Tampilan Saat Memasuki Waktu Iqamah

Gambar 4.17 diatas menampilkan kondisi tampilan sistem ketika waktu azan telah selesai dan masa jeda menuju iqamah dimulai. Secara otomatis, tampilan seven segment akan berubah menampilkan tulisan “IQOMAH” sebagai penanda bahwa waktu pelaksanaan shalat berjamaah akan segera dimulai. Tulisan ini muncul langsung setelah durasi azan selesai, berdasarkan waktu shalat yang dihitung dari RTC DS3231 dan pengaturan waktu iqamah yang sebelumnya telah ditentukan melalui aplikasi android. Sementara itu, buzzer akan berbunyi kembali menjelang 5 detik terakhir sebelum iqamah selesai, memberikan bunyi buzzer kepada pengguna atau jamaah untuk segera bersiap.

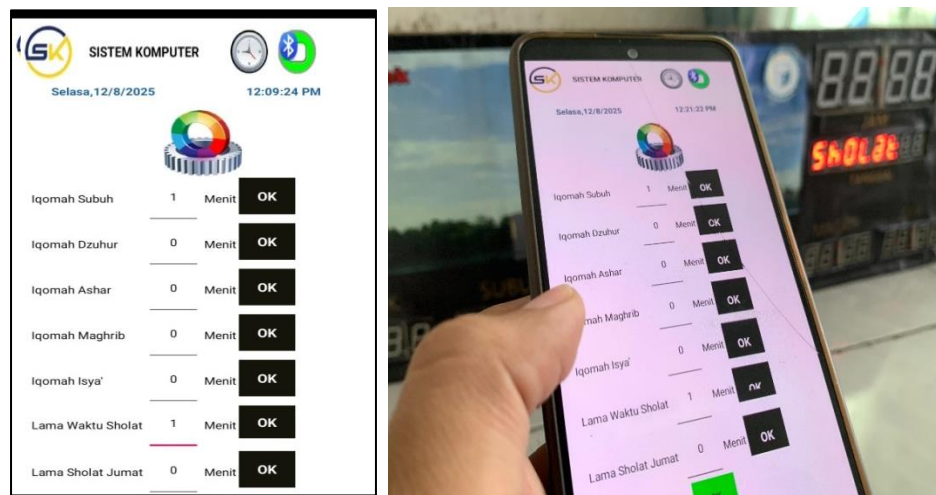
Tabel 4. 8 Pengujian Lama Iqamah

Pengaturan	Lama Waktu	Deskripsi	Keterangan
Lama Iqamah	15 Menit	Waktu dari iqamah ke shalat adalah 15 menit sesuai data yang dikirim dari aplikasi android	Iqamah akan hitung mundur selama 15 menit sebelum shalat sesuai data yang dikirim dari aplikasi
Lama Iqamah	10 Menit	Waktu dari iqamah ke shalat adalah 10	Iqamah akan hitung mundur selama 10

		menit sesuai data yang dikirim dari aplikasi	menit sebelum shalat sesuai data yang dikirim dari aplikasi
--	--	--	---

2) Pengaturan Durasi

Pengaturan durasi berfungsi untuk menentukan lama waktu aktifnya fungsi tertentu pada perangkat, seperti tampilan informasi atau penanda visual. Durasi ini memastikan bahwa sistem menampilkan atau mengaktifkan fitur dalam rentang waktu yang diinginkan. Gambar berikut memperlihatkan antarmuka menu pengaturan durasi pada aplikasi.



Gambar 4. 18 Pengaturan Lama Waktu Shalat

Dari gambar 4.18 diatas terlihat bahwa pengguna dapat mengatur lama waktu shalat sesuai kebutuhan, dengan satuan menit yang dikirim sebagai data integer dari aplikasi. Pengaturan ini berlaku baik untuk shalat fardhu maupun shalat Jumat, dan nilai durasi dikirim langsung dari aplikasi. Berikut tampilah saat memasuki waktu shalat tampilan display akan ditampilkan pada gambar 4.19 dibawah ini.



Gambar 4. 19 Tampilan Saat Waktu Shalat Pada Display

Gambar 4.19 diatas memperlihatkan kondisi sistem setelah waktu iqamah selesai dan shalat berjamaah dimulai. Pada fase ini, tampilan seven segment akan secara otomatis menampilkan tulisan “SHOLAT” sebagai penanda bahwa shalat sedang berlangsung. Tulisan tersebut muncul langsung setelah durasi iqamah yang telah diatur sebelumnya berakhir. Waktu tampilan “SHOLAT” ini akan bertahan sesuai dengan lama pelaksanaan shalat yang juga dapat diatur melalui aplikasi, misalnya 10 menit untuk shalat wajib biasa atau 40 menit untuk shalat jumat. Setelah durasi waktu shalat berakhir, tampilan akan kembali ke mode semula, yaitu menampilkan jam dan jadwal shalat.

Fungsi ini berjalan berdasarkan waktu yang dihitung oleh RTC DS3231 dan disesuaikan dengan jadwal shalat yang ditentukan dari GPS atau hasil input manual.

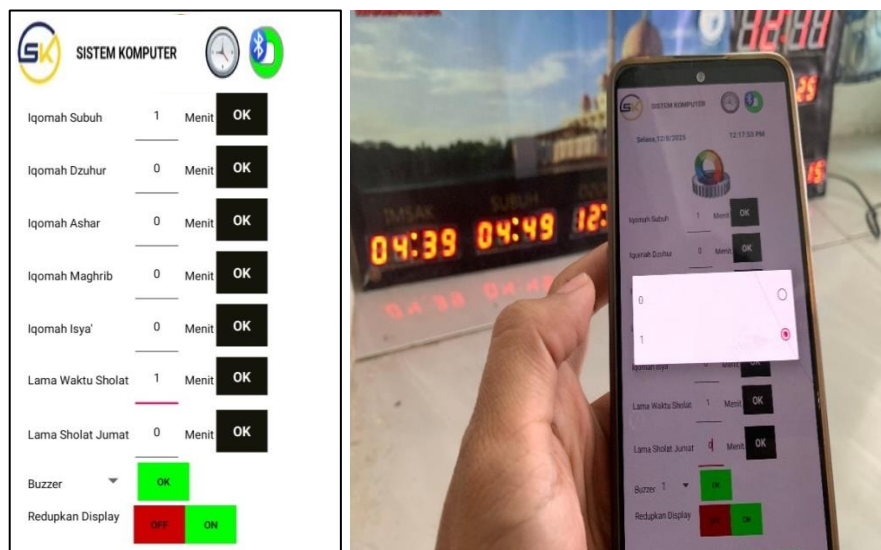
Tabel 4. 9 Pengujian Durasi Shalat

Pengaturan	Lama Waktu	Deskripsi	Keterangan
Lama Shalat	5 Menit	Tampilan jam mati dan muncul teks “SHOLAT” selama 5 menit sesuai data waktu yang dikirim	Menentukan lama waktu tampilan “SHOLAT” muncul pada display sebagai pengganti kalender, di

		dari aplikasi	mana selama durasi tersebut fungsi penunjuk waktu dinonaktifkan selama 5 menit khusus untuk shalat fardhu.
Lama Shalat Jumat	30 Menit	Tampilan jam mati dan muncul teks “SHOLAT” selama 30 menit sesuai data waktu yang dikirim dari aplikasi	Menentukan lama waktu tampilan “SHOLAT” muncul pada display sebagai pengganti kalender, di mana selama durasi tersebut fungsi penunjuk waktu dinonaktifkan selama 30 menit khusus untuk shalat jumat.

3) Pengaturan Buzzer

Pengaturan buzzer mengatur pola dan lama bunyi sebagai penanda masuknya waktu shalat atau tanda-tanda tertentu. Fitur ini merupakan fasilitas yang terdapat pada pengaturan iqamah yang dapat digunakan pengguna sebagai penanda data iqamah terkirim, serta mengatur pola suara yang sesuai. Gambar berikut menunjukkan tampilan menu pengaturan buzzer pada aplikasi.



Gambar 4. 20 Pengaturan Buzzer

Pada gambar 4.20 diatas menampilkan antarmuka menu pengaturan buzzer pada aplikasi. Terlihat opsi untuk memilih status buzzer (1) aktif atau (0) nonaktif. Buzzer akan tetap berbunyi disaat waktu shalat tiba, buzzer hanya nonaktif di saat pengiriman data dari apikasi. Setiap perubahan yang dilakukan pada menu ini akan langsung tersimpan dan diterapkan ke perangkat jam shalat digital melalui koneksi nirkabel. Berikut adalah tabel pengujian buzzer:

Tabel 4. 10 Pengujian Buzzer

Pengaturan	Status	Deskripsi	Keterangan
Buzzer	0 (OFF)	Buzzer tidak akan berbunyi saat data terkirim. Tetapi tetap berbunyi saat waktu adzan tiba dan waktu countdown 5 detik sebelum iqamah.	Digunakan Ketika ingin menonaktifkan bunyi buzzer saat pengiriman data, namun tetap membunyikannya pada waktu adzan dan hitung mundur 3 detik sebelum iqamah dan berbunyi 5 detik dihitung mundur iqamah selesai
Buzzer	1 (aktif)	Buzzer berbunyi saat	Digunakan Ketika ingin

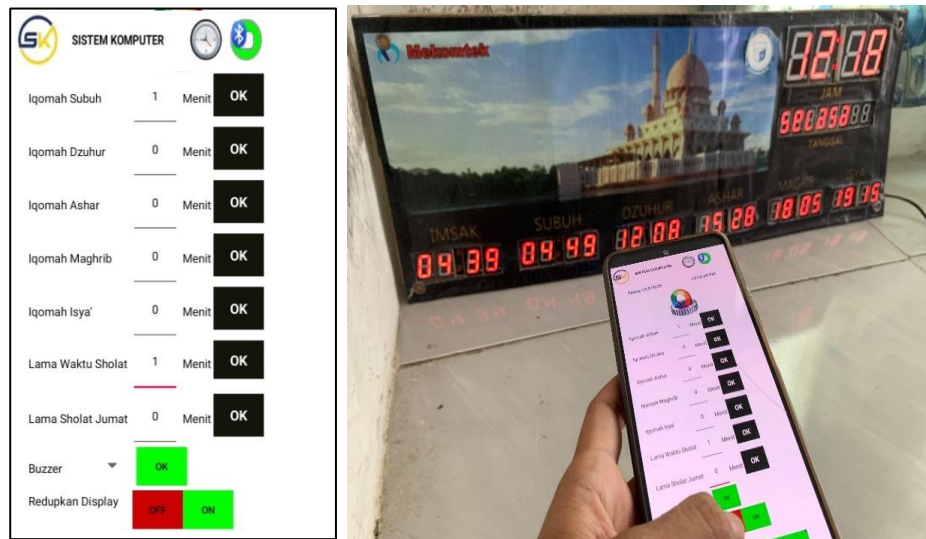
		data dikirim, aktif saat adzan, dan berbunyi ulang countdown 3 detik sebelum iqamah.	mengaktifkan bunyi buzzer saat pengiriman data, namun tetap membunyikannya pada waktu adzan dan hitung mundur 3 detik sebelum iqamah dan berbunyi 5 detik dihitung mundur iqamah selesai.
--	--	--	---

Keterangan:

Status buzzer dapat dikendalikan melalui data yang dikirim dari aplikasi. Buzzer akan OFF apabila aplikasi mengirimkan nilai 0 dan akan ON apabila aplikasi mengirimkan nilai 1. Pengaturan ini memungkinkan pengguna menonaktifkan atau mengaktifkan bunyi buzzer sesuai kebutuhan tanpa harus mengubah konfigurasi langsung pada perangkat.

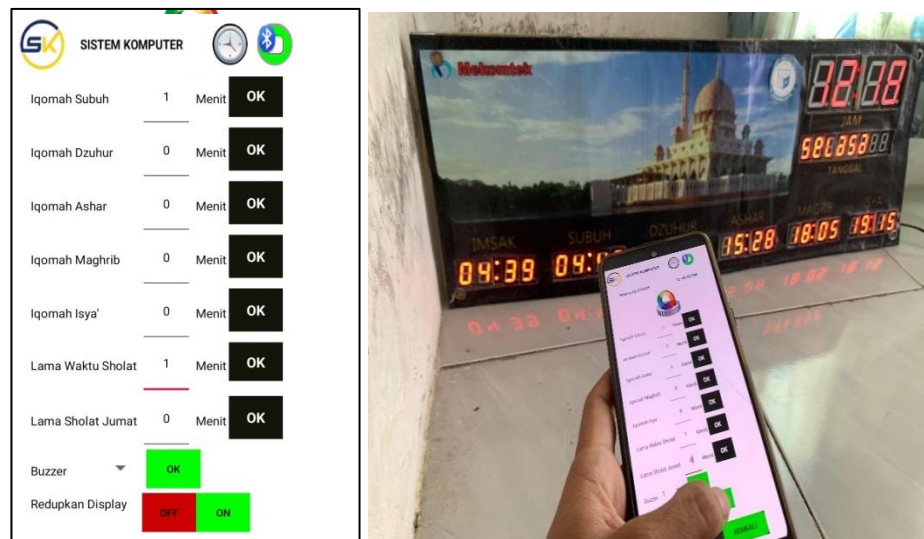
4) Pengaturan relay

Relay merupakan fasilitas lainnya yang terdapat pada menu penentuan waktu iqamah yang difungsikan sebagai saklar elektronik untuk mengatur status terang dan redup pada display. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi ON dan OFF relay berjalan sesuai alur logika sistem yang telah diprogram. Saat kondisi relay ON akan ditampilkan pada gambar 4.21 berikut ini.



Gambar 4. 21 Tampilan Display Saat Relay ON

Pada gambar 4.21 saat relay dalam posisi ON, intensitas cahaya display berkurang sehingga tampilan menjadi lebih redup. Pengaturan ini bermanfaat untuk menghemat daya dan mengurangi silau, terutama ketika perangkat digunakan di lingkungan dengan pencahayaan rendah atau pada malam hari. Kemudian pada saat kondisi ON akan ditampilkan pada gamba 4.22 dibawah ini.



Gambar 4. 22 Tampilan Display Saat Relay Off

Pada gambar 4.22 diatas saat relay dalam posisi Off, display menampilkan cahaya dengan intensitas penuh sehingga informasi pada layar terlihat jelas

meskipun di bawah pencahayaan terang. Kondisi ini cocok digunakan pada siang hari atau ketika dibutuhkan visibilitas maksimal. Tabel 4.6 dibawah ini menyajikan hasil pengujian terhadap perilaku relay dalam berbagai skenario waktu shalat.

Tabel 4. 11 Pengujian Relay

Pengaturan	Status Relay	Deskripsi	Keterangan
Relay display	Off	Tampilan display akan normal	Digunakan ketika ingin menampilkan display dalam kondisi normal, tanpa peredupan.
Relay display	On	Tampilan display akan redup	Digunakan ketika ingin mengurangi intensitas cahaya display agar lebih redup.

Keterangan:

Status relay display dikendalikan oleh perintah dari aplikasi atau pengaturan sistem. Relay akan OFF apabila data yang diterima bernilai OFF, sehingga display tetap menyala dengan intensitas normal. Relay akan ON apabila data yang diterima bernilai ON, sehingga arus ke display dialihkan melalui rangkaian peredup untuk mengurangi intensitas cahaya. Mekanisme ini memungkinkan pengaturan tingkat kecerahan display secara fleksibel sesuai kondisi pencahayaan di lingkungan.

4.2.8 Pengujian Penyimpanan dan Update Data

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat menyimpan data konfigurasi pengguna secara permanen ke dalam memori EEPROM pada

mikrokontroler. Data yang dimaksud mencakup parameter penting seperti durasi iqomah, nilai offset waktu shalat, status buzzer dan relay, serta hasil perhitungan jadwal shalat harian. Fitur ini penting untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi sesuai pengaturan terakhir, meskipun perangkat dimatikan atau kehilangan daya.

Memastikan data pengaturan tidak hilang saat daya mati, dilakukan uji penyimpanan EEPROM. Kondisi sebelum sistem mati ditunjukkan pada gambar 4.23 dibawah ini.



Gambar 4. 23 Tampilam Pada Display Saat Sistem Dimatikan

Gambar 4.23 diatas menunjukkan kondisi sistem sesaat setelah pengguna mengirimkan pengaturan konfigurasi melalui aplikasi android, dan sistem kemudian dimatikan. Sebelum dimatikan, pengguna telah mengatur parameter seperti offset waktu shalat, durasi iqomah, serta mode buzzer dan relay. Seluruh data tersebut telah diproses oleh mikrokontroler dan disimpan ke dalam memori EEPROM sebagai data permanen. Setelah sistem dinyalakan kembali, hasilnya ditampilkan pada gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Tampilan Display Saat Sistem Diaktifkan Kembali

Setelah sistem diaktifkan kembali, gambar 4.24 menunjukkan bahwa seluruh nilai konfigurasi yang sebelumnya telah disimpan masih terbaca dan ditampilkan dengan benar melalui serial monitor. Nilai offset, iqomah, dan relay yang sama persis dengan yang dikirim sebelum sistem dimatikan, kembali muncul secara otomatis tanpa perlu pengaturan ulang dari aplikasi android.

Hal ini membuktikan bahwa fungsi penyimpanan permanen melalui EEPROM berjalan dengan baik, dan sistem mampu membaca ulang konfigurasi secara otomatis saat perangkat dihidupkan kembali. Dengan demikian, sistem menunjukkan kestabilan dalam mempertahankan data penting meskipun mengalami siklus mati nyala, serta mendukung kontinuitas fungsi kontrol otomatis sesuai waktu shalat.

Selain konfigurasi pengaturan, sistem juga menyimpan hasil perhitungan jadwal shalat berdasarkan koordinat GPS dan metode hisab. Dengan menyimpan data ini, sistem tidak perlu melakukan perhitungan ulang setiap kali dinyalakan. Waktu-waktu shalat yang telah dihitung sebelumnya akan langsung digunakan kembali, sehingga proses booting menjadi lebih cepat dan sistem tetap dapat bekerja walaupun tanpa koneksi ke GPS atau aplikasi android.

Proses update EEPROM dilakukan setiap kali sistem menerima perubahan parameter dari aplikasi android. Saat pengguna mengubah pengaturan, data baru

akan diproses oleh mikrokontroler kemudian langsung ditulis ke memori EEPROM untuk menggantikan data lama. Mekanisme ini memastikan semua pengaturan dan hasil perhitungan jadwal shalat yang tersimpan selalu mutakhir. Saat perangkat dimatikan dan dihidupkan kembali, sistem akan membaca ulang data dari EEPROM sehingga pengaturan terakhir tetap digunakan tanpa memerlukan input ulang dari pengguna.

4.2.9 Analisa Kinerja Sistem

Sistem jam waktu shalat digital berbasis android, RTC DS3231, Bluetooth HC-05, dan GPS internal ponsel bekerja melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Aplikasi android berperan sebagai pusat kendali, di mana pengguna dapat mengatur waktu, tanggal, jadwal shalat, iqomah, dan parameter sistem lainnya. Setiap pengaturan yang dilakukan akan dikirimkan ke mikrokontroler melalui koneksi bluetooth hc-05.

Mikrokontroler memproses data tersebut dan menyimpannya ke memori EEPROM agar tetap tersimpan meskipun perangkat dimatikan. Waktu shalat dihitung berdasarkan koordinat GPS yang diperoleh dari ponsel menggunakan metode hisab astronomi. RTC DS3231 memastikan ketepatan waktu meskipun koneksi GPS tidak tersedia.

Pada saat jadwal shalat tiba, sistem akan memicu buzzer melanjutkan ke hitung mundur iqomah sesuai durasi yang telah diatur, kemudian masuk waktu sholat display akan bertuliskan “SHOLAT”. Relay mengatur tingkat kecerahan display sesuai kondisi pencahayaan. Update data pada sistem ini otomatis dari data yang tersimpan di EEPROM sehingga data dapat tetap terbaca meskipun jam digital dan aplikasi android sebagai remote jam waktu shalat dalam keadaan mati.

1. Kelebihan Sistem

- a) Akurasi tinggi: Perhitungan waktu shalat didasarkan pada algoritma astronomi (hisab) yang disinkronkan dengan data API resmi Kemenag.

- b) Komunikasi real-time: Modul Bluetooth HC-05 mampu mengirim dan menerima data pengaturan dengan cepat dan stabil.
- c) Kemudahan penggunaan: Aplikasi android dirancang dengan antarmuka sederhana dan user-friendly, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengaturan jadwal shalat, iqamah, serta kontrol buzzer dan relay.
- d) EEPROM yang memadai: Semua pengaturan tersimpan secara permanen, meskipun sistem dimatikan atau dilakukan restart.
- e) Fitur validasi ganda: Integrasi dengan API memberikan kemampuan untuk memeriksa selisih hasil hisab dengan jadwal resmi.
- f) Dapat disesuaikan: Durasi iqamah, offset jadwal, dan parameter lainnya dapat diubah sesuai kebutuhan.

2. Kekurangan Sistem

- a) Jangkauan bluetooth terbatas: Komunikasi hanya efektif pada jarak sekitar 8–10 meter tanpa halangan, sehingga tidak dapat digunakan untuk kontrol jarak jauh.
- b) Ketergantungan pada GPS ponsel: Jika GPS pada ponsel tidak aktif atau sinyal lemah, perhitungan waktu shalat berbasis lokasi mungkin kurang optimal.
- c) Tidak ada fitur notifikasi berbasis internet: Sistem hanya mengandalkan alarm buzzer, tanpa dukungan notifikasi push ke ponsel.
- d) Display terbatas: Seven segment hanya dapat menampilkan angka atau simbol terbatas, sehingga informasi yang diberikan tidak bisa berupa teks panjang.
- e) Tidak mendukung banyak pengguna sekaligus: Sistem hanya terhubung ke satu perangkat android pada satu waktu.
- f) Pengaturan manual tambahan diperlukan: Beberapa fitur, seperti kalibrasi offset waktu, masih memerlukan input manual agar sesuai dengan jadwal setempat.