



PERANCANGAN ALAT PEMBAYARAN SANTRI BERBASIS ESP32 PADA KOPERASI PONDOK PESANTREN AL-GHOZALI TAMBAKBERAS

Tholib Hariono

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Miftakhul Ulum

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Alamat: Jl. Garuda No. 09, Tambakberas, Jombang

Korespondensi penulis: hariono@unwaha.ac.id

Abstract. *This research was motivated by the problems of cash transactions in Islamic boarding school cooperatives, which are slow, prone to errors, difficult to monitor, and risky in terms of money loss. The purpose of this research is to design and develop a fast, accurate, and transparent non-cash payment system for the Al-Ghozali Tambakberas Islamic Boarding School Cooperative, while also facilitating the monitoring of student expenditures. The method used is prototyping, which includes communication of requirements, design, implementation, and black-box testing. The hardware developed consists of ESP32, RFID RC522, and a buzzer; the software uses Arduino IDE (firmware), PHP-MySQL (API and database), and a website for cashiers and admin panels. The transaction flow is carried out by tapping the RFID card; the system verifies the UID, automatically deducts the balance, records transactions in real-time, and provides feedback via the buzzer. Web features include card registration, cashier, transaction history and reports, balance top-up, and student balance monitoring. Test results show that all functions work well: accurate card reading, fast processing, consistent recording, and an easy-to-use interface. In conclusion, the system can improve the operational efficiency of the cooperative and the transparency of student financial management, making it suitable for implementation in Islamic boarding schools.*

Keywords: ESP32, RFID, cashless payments, Islamic boarding school cooperatives.

Abstrak. Penelitian ini dilatarbelakangi permasalahan transaksi tunai di koperasi pesantren yang lambat, rawan salah catat, sulit diawasi, dan berisiko kehilangan uang. Tujuan penelitian adalah merancang dan membangun sistem pembayaran non tunai untuk Koperasi Pondok Pesantren Al-Ghozali Tambakberas yang cepat, akurat, dan transparan, sekaligus memudahkan pemantauan pengeluaran santri. Metode yang digunakan adalah prototyping, meliputi komunikasi kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian black-box. Perangkat keras yang dikembangkan terdiri dari ESP32, RFID RC522, dan buzzer; perangkat lunak menggunakan Arduino IDE (firmware), PHP-MySQL (API dan basis data), serta website untuk kasir dan panel admin. Alur transaksi dilakukan dengan menempelkan kartu RFID; sistem memverifikasi UID, memotong saldo secara otomatis, mencatat transaksi real-time, dan memberikan umpan balik melalui buzzer. Fitur web meliputi registrasi kartu, kasir, riwayat dan laporan transaksi, top-up saldo, serta monitoring saldo santri. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi berjalan baik pembacaan kartu akurat, proses cepat, pencatatan konsisten, dan antarmuka mudah digunakan. Kesimpulannya, sistem mampu meningkatkan efisiensi operasional koperasi dan transparansi pengelolaan keuangan santri, sehingga layak diterapkan di lingkungan pesantren.

Kata Kunci: ESP32, RFID, pembayaran nontunai, koperasi pesantren.

LATAR BELAKANG

Koperasi di lingkungan pesantren memiliki fungsi penting sebagai penyedia berbagai kebutuhan sehari-hari para santri, mulai dari alat tulis, perlengkapan mandi, pakaian, hingga makanan dan minuman. Kegiatan jual beli di koperasi umumnya dilakukan secara tunai, di mana santri membayar langsung menggunakan uang fisik. Meskipun sistem ini sederhana, pada praktiknya terdapat sejumlah kendala yang sering muncul. Misalnya, uang tunai mudah hilang atau tercecer, terutama pada santri yang belum terbiasa mengelola keuangan sendiri. Selain itu, proses pembayaran tunai sering

memakan waktu lebih lama, apalagi jika harus menghitung uang kembalian, sehingga menyebabkan antrean panjang.

Perkembangan teknologi saat ini memberikan peluang untuk mengatasi masalah tersebut melalui sistem pembayaran digital yang lebih mudah, aman, dan transparan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem pembayaran menggunakan kartu RFID yang terhubung dengan perangkat Esp32. Dalam sistem ini, setiap santri dibekali kartu yang berfungsi sebagai identitas sekaligus alat pembayaran. Proses transaksi menjadi lebih cepat karena cukup dengan menempelkan kartu ke pembaca RFID, data pembelian akan langsung tercatat otomatis di sistem koperasi. Setiap transaksi bisa direkap secara digital sehingga meminimalisir kesalahan pencatatan.

Dengan menerapkan alat pembayaran santri berbasis Esp32 di Koperasi Pondok Pesantren Al-Ghozali Tambakberas, diharapkan akan tercipta proses transaksi yang lebih efisien, aman, dan terkontrol. Sistem ini tidak hanya memudahkan santri saat berbelanja, tetapi juga membantu koperasi dalam manajemen keuangan. Penerapan teknologi ini juga menjadi langkah positif dalam mendukung modernisasi layanan di lingkungan pendidikan pesantren, sekaligus mengajarkan santri untuk terbiasa menggunakan teknologi secara bijak dalam kehidupan sehari-hari.

KAJIAN TEORITIS

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui internet untuk bertukar data dan beroperasi secara otomatis tanpa intervensi manusia. Teknologi ini memberikan peluang besar dalam pengembangan sistem pembayaran digital karena mampu menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan basis data secara real-time. IoT dipandang sebagai salah satu inovasi penting yang mendorong otomatisasi transaksi di berbagai sektor, termasuk pendidikan dan koperasi pesantren (Ayu Wahyudi, Prasetyo, & Sari, 2021).

Mikrokontroler merupakan perangkat komputasi kecil yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam sebuah sistem elektronik. Salah satu mikrokontroler modern yang banyak digunakan adalah ESP32, karena dilengkapi modul Wi-Fi dan Bluetooth yang memungkinkan komunikasi jarak jauh melalui jaringan internet. ESP32 juga mendukung berbagai periferal seperti GPIO, ADC, DAC, PWM, dan sensor sentuh kapasitif, serta memiliki mode hemat energi yang cocok untuk perangkat portabel. Fitur-fitur ini menjadikan ESP32 sangat relevan digunakan dalam proyek Internet of Things, termasuk sistem pembayaran berbasis RFID (Sitohang, 2021; Lesmana & Silalahi, 2020).

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi identifikasi otomatis yang bekerja dengan memanfaatkan gelombang radio antara kartu/tag dengan reader. RFID memiliki keunggulan dalam kecepatan dan kemudahan penggunaan karena bersifat contactless. Hasil penelitian membuktikan bahwa RFID RC522 mampu mempercepat transaksi hingga 63% dibanding metode QR Code dalam skenario belanja mandiri. Hal ini menunjukkan RFID lebih cocok diterapkan di koperasi pesantren yang membutuhkan kecepatan dan efisiensi tinggi (Haydar, Sumiharto, Utami, & Ilona, 2024).

Sistem pembayaran non-tunai (cashless payment) sendiri telah berkembang pesat di Indonesia, dengan berbagai inovasi berbasis kartu, e-wallet, dan QRIS. Penerapan metode cashless di lingkungan pesantren terbukti memberikan dampak positif, di antaranya mengurangi risiko kehilangan uang tunai, mempercepat transaksi, serta menumbuhkan kedisiplinan finansial santri. Namun, pengawasan orang tua atau wali tetap penting untuk menghindari perilaku konsumtif berlebihan (Sopiatunisa, Budiono, & Gapur, 2025; Maulana, Fahrurrozi, & Alfarisi, 2025).

Dengan dasar teori tersebut, perancangan alat pembayaran santri berbasis ESP32 dan RFID di Koperasi Pondok Pesantren Al-Ghozali Tambakberas diharapkan mampu menjadi solusi yang praktis, aman, dan transparan. Sistem ini mengintegrasikan perangkat keras (ESP32 dan RFID reader) dengan perangkat lunak berbasis web dan database MySQL, sehingga mendukung pencatatan transaksi secara otomatis, real-time, dan mudah diaudit.

METODE PENELITIAN

Metode **Prototyping** digunakan sebagai pendekatan penelitian karena dinilai paling sesuai untuk mengembangkan sistem pembayaran santri berbasis ESP32 di koperasi pesantren. Pendekatan ini memungkinkan pembuatan purwarupa (prototype) sistem secara cepat, yang kemudian diuji coba oleh pengguna untuk mendapatkan umpan balik, sebelum dilakukan penyempurnaan pada tahap akhir. Dengan cara ini, sistem dapat dikembangkan lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna, meminimalkan kesalahan, dan meningkatkan kualitas produk akhir (Roihan, Rahma, & Yusuf, 2019).

Tahapan-tahapan dalam metode Prototyping yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Komunikasi

Tahap awal berupa diskusi intensif dengan pihak koperasi pesantren, meliputi admin, kasir, dan santri. Observasi lapangan juga dilakukan untuk memahami alur transaksi tunai yang berjalan. Dari tahap ini ditentukan kebutuhan utama sistem, seperti penggunaan kartu RFID untuk transaksi, pemotongan saldo otomatis, pencatatan transaksi ke database online, dan monitoring saldo oleh wali.

b. Identifikasi

Berdasarkan hasil komunikasi, dilakukan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan fungsional mencakup perangkat keras (ESP32, RFID RC522, buzzer) dan perangkat lunak (Arduino IDE, PHP-MySQL, website POS). Kebutuhan non-fungsional meliputi kecepatan pembacaan kartu, keakuratan pencatatan data, keamanan transaksi, serta kemudahan penggunaan bagi kasir dan admin.

c. Perancangan

Tahap ini menghasilkan rancangan sistem yang mencakup diagram blok hubungan antar komponen (ESP32, RFID reader, server), skematik rangkaian, perancangan basis data, serta desain antarmuka website. Website dirancang untuk menampilkan saldo santri, riwayat transaksi, fitur top-up, serta laporan koperasi.

d. Implementasi

Tahap implementasi dilakukan dengan membangun perangkat lunak pada ESP32 menggunakan Arduino IDE untuk membaca UID kartu RFID dan mengirimkannya ke server melalui koneksi Wi-Fi. Di sisi server, dibuat API berbasis PHP-MySQL untuk memproses data transaksi, mengurangi saldo secara otomatis, dan mencatat riwayat transaksi. Antarmuka website dikembangkan menggunakan PHP dan diintegrasikan dengan database untuk memudahkan pengelolaan data koperasi.

e. Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan metode **black-box testing** yang berfokus pada kesesuaian input dan output tanpa melihat struktur internal sistem. Skenario pengujian meliputi keberhasilan membaca kartu RFID, transaksi dengan saldo mencukupi, transaksi gagal akibat saldo tidak cukup, serta keakuratan pencatatan riwayat transaksi pada database dan website.

f. Pemeliharaan

Tahap terakhir adalah pemeliharaan sistem, yang meliputi pemantauan koneksi perangkat, perbaikan bug, serta penyempurnaan fitur berdasarkan masukan dari pengguna. Pemeliharaan juga mencakup peningkatan keamanan data transaksi dengan autentikasi pengguna dan pencadangan database secara berkala.



Gambar 1. Metode Prototyping

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perangkat yang Digunakan

Sistem pembayaran santri berbasis ESP32 ini dirancang menggunakan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi.

a. Perangkat Keras yang digunakan terdiri dari:

- ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi mengendalikan seluruh sistem dan menghubungkan modul RFID dengan server.
- RFID Reader RC522 untuk membaca UID kartu santri sebagai identitas pembayaran.
- Buzzer sebagai indikator suara untuk menandakan status transaksi (berhasil/gagal).
- Breadboard dan Kabel Jumper untuk merangkai serta menghubungkan komponen.
- Adaptor 5V/2A sebagai sumber daya.

b. Perangkat Lunak yang digunakan meliputi:

- Arduino IDE untuk memprogram ESP32 agar dapat membaca kartu RFID dan mengirim data ke server.
- Visual Studio Code sebagai editor kode untuk pengembangan website.
- PHP dan MySQL sebagai basis data dan API untuk mengelola transaksi, saldo, dan riwayat.
- Hosting server sebagai tempat penyimpanan data agar dapat diakses secara online.

2. Analisis Permasalahan

Tahap implementasi dilakukan berdasarkan rancangan sistem yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Implementasi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu basis data, antarmuka website, dan perangkat alat pembayaran.

a. Implementasi Basis Data:

Basis data diimplementasikan menggunakan mysql dengan tabel utama yaitu tabel rfid_scan, santri, transaksi, barang. Struktur tabel ini mendukung proses validasi saldo, pencatatan transaksi, serta monitoring data santri.

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Bawaan	Komentar	Ekstra	Tindakan
1	id	bigint(20)		unsigned	Tidak	Tidak ada		AUTO_INCREMENT	Ubah Hapus Lainnya
2	uid	varchar(64)	utf8mb4_general_ci		Tidak	Tidak ada			Ubah Hapus Lainnya
3	device_id	varchar(64)	utf8mb4_general_ci		Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
4	idempotency_key	varchar(64)	utf8mb4_general_ci		Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
5	note	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
6	created_at	timestamp			Tidak	current_timestamp()			Ubah Hapus Lainnya

Gambar 2. Struktur Tabel

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Bawaan	Komentar	Ekstra	Tindakan
1	id	int(11)			Tidak	Tidak ada		AUTO_INCREMENT	Ubah Hapus Lainnya
2	nama	varchar(150)	utf8mb4_general_ci		Tidak	Tidak ada			Ubah Hapus Lainnya
3	rfid_uid	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
4	saldo	bigint(20)			Ya	0			Ubah Hapus Lainnya
5	aktif	tinyint(1)			Ya	1			Ubah Hapus Lainnya
6	created_at	timestamp			Tidak	current_timestamp()			Ubah Hapus Lainnya

Gambar 3. Struktur Tabel santri

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Bawaan	Komentar	Ekstra	Tindakan
1	id	int(11)			Tidak	Tidak ada		AUTO_INCREMENT	Ubah Hapus Lainnya
2	id_santri	int(11)			Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
3	id_user	int(11)			Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
4	total	int(11)			Tidak	Tidak ada			Ubah Hapus Lainnya
5	tipe	enum('pembelian', 'topup', 'refund')	utf8mb4_general_ci		Ya	pembelian			Ubah Hapus Lainnya
6	status	enum('success', 'failed', 'pending')	utf8mb4_general_ci		Ya	pending			Ubah Hapus Lainnya
7	created_at	timestamp			Tidak	current_timestamp()			Ubah Hapus Lainnya

Gambar 4. Struktur Tabel Transaksi

#	Nama	Jenis	Penyortiran	Atribut	Tak Ternilai	Bawaan	Komentar	Ekstra	Tindakan
1	id	int(11)			Tidak	Tidak ada		AUTO_INCREMENT	Ubah Hapus Lainnya
2	kode	varchar(50)	utf8mb4_general_ci		Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
3	nama	varchar(150)	utf8mb4_general_ci		Ya	NULL			Ubah Hapus Lainnya
4	harga	int(11)			Tidak	Tidak ada			Ubah Hapus Lainnya
5	stok	int(11)			Ya	0			Ubah Hapus Lainnya
6	created_at	timestamp			Tidak	current_timestamp()			Ubah Hapus Lainnya

Gambar 5. Struktur Tabel Barang

PERANCANGAN ALAT PEMBAYARAN SANTRI BERBASIS ESP32 PADA KOPERASI PONDOK PESANTREN AL-GHOZALI TAMBAKBERAS

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	id_santri	int(11)			Yes	NULL			Change Drop More
3	id_user	int(11)			Yes	NULL			Change Drop More
4	nominal	int(11)			No	None			Change Drop More
5	status	enum('success', 'failed', 'pending')	utf8mb4_general_ci		Yes	pending			Change Drop More
6	created_at	timestamp			No	current_timestamp()			Change Drop More

Gambar 6. Struktur Tabel top up

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	id_santri	int(11)			No	None			Change Drop More
3	uid_lama	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		Yes	NULL			Change Drop More
4	uid_baru	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
5	alasan	enum('hilang', 'rusak', 'lainnya')	utf8mb4_general_ci		Yes	hilang			Change Drop More
6	biaya	int(11)			Yes	0			Change Drop More
7	catatan	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		Yes	NULL			Change Drop More
8	processed_by	int(11)			Yes	NULL			Change Drop More
9	processed_at	timestamp			No	current_timestamp()			Change Drop More

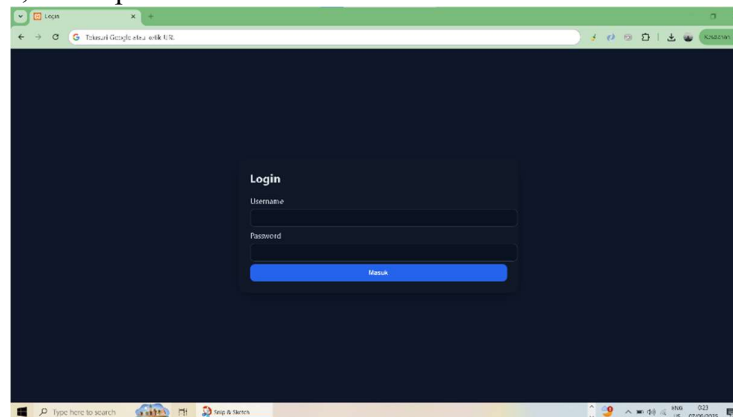
Gambar 7. Struktur Tabel card_replacement

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	username	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
3	password_hash	varchar(255)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
4	role	enum('admin', 'kasir')	utf8mb4_general_ci		Yes	kasir			Change Drop More
5	nama	varchar(150)	utf8mb4_general_ci		Yes	NULL			Change Drop More
6	created_at	timestamp			No	current_timestamp()			Change Drop More

Gambar 8. Struktur Tabel User

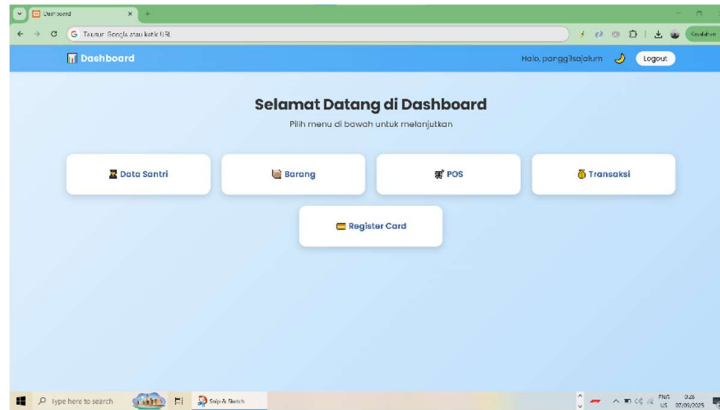
b. Implementasi Tampilan Website:

Website dikembangkan menggunakan PHP dan MySQL dengan antarmuka yang sederhana agar mudah digunakan kasir koperasi. Website memiliki beberapa halaman utama, antara lain: login, dashboard, registrasi kartu, data santri, data barang, POS (kasir), serta riwayat transaksi. Setiap transaksi yang diproses melalui POS secara otomatis mengurangi saldo santri, menambah catatan transaksi, dan dapat dicetak dalam bentuk struk.

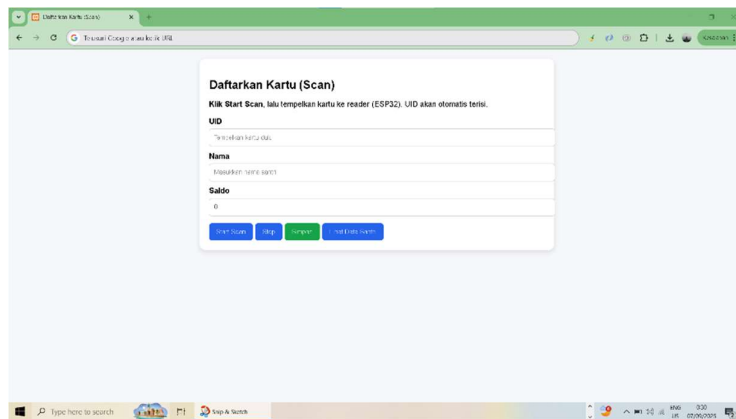


Gambar 9. Halaman login

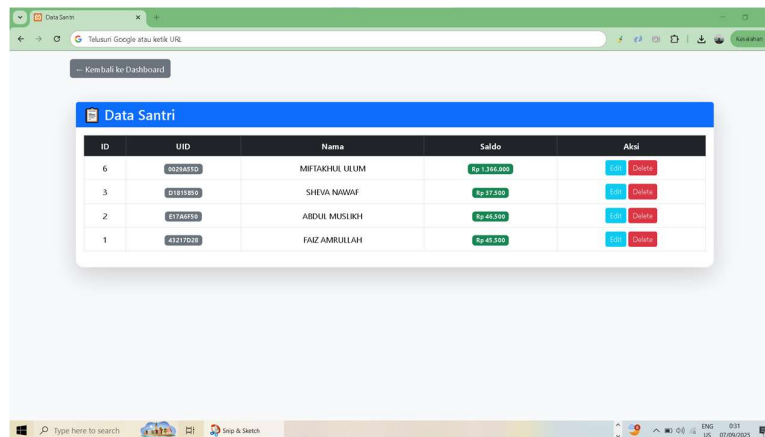
PERANCANGAN ALAT PEMBAYARAN SANTRI BERBASIS ESP32 PADA KOPERASI PONDOK PESANTREN AL-GHOZALI TAMBAKBERAS



Gambar 10. Halaman Dashboard

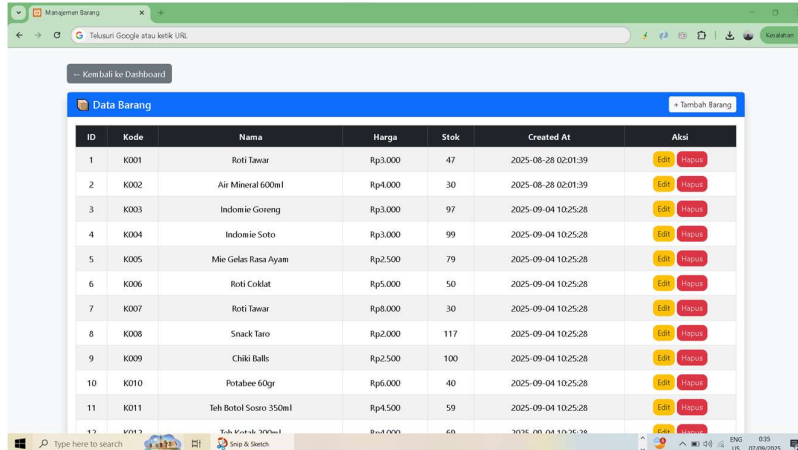


Gambar 11. Halaman Registrasi



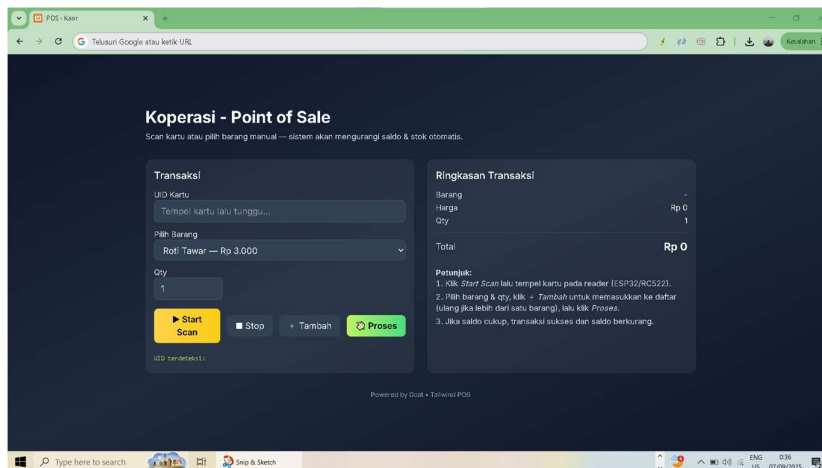
Gambar 12. Halaman Data santri

PERANCANGAN ALAT PEMBAYARAN SANTRI BERBASIS ESP32 PADA KOPERASI PONDOK PESANTREN AL-GHOZALI TAMBAKBERAS



ID	Kode	Nama	Harga	Stok	Created At	Aksi
1	K001	Roti Tawar	Rp3.000	47	2025-08-28 02:01:39	Edit Hapus
2	K002	Air Mineral 600ml	Rp4.000	30	2025-08-28 02:01:39	Edit Hapus
3	K003	Indomie Goreng	Rp3.000	97	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
4	K004	Indomie Soto	Rp3.000	99	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
5	K005	Mie Gelas Rasa Ayam	Rp2.500	79	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
6	K006	Roti Coklat	Rp5.000	50	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
7	K007	Roti Tawar	Rp8.000	30	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
8	K008	Snack Taro	Rp2.000	117	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
9	K009	Chiki Balls	Rp2.500	100	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
10	K010	Potabeer 60gr	Rp6.000	40	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus
11	K011	Teh Botol Sosro 350ml	Rp4.500	59	2025-09-04 10:25:28	Edit Hapus

Gambar 13. Halaman Data barang



Koperasi - Point of Sale
Scan kartu atau pilih barang manual — sistem akan mengurangi saldo & stok otomatis.

Transaksi

UID Kartu
Tempel kartu lalu tunggu...

Pilih Barang
Roti Tawar — Rp 3.000

Qty
1

[▶ Start Scan](#) [■ Stop](#) [+ Tambah](#) [▶ Proses](#)

UID terakhir:

Ringkasan Transaksi

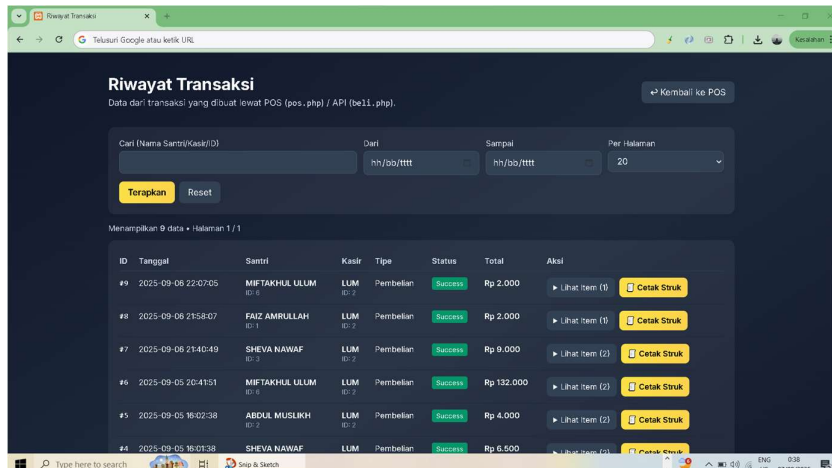
Barang
Harga
Qty
Total

Rp 0
1
Rp 0

Petunjuk:
1. Klik [Start Scan](#) lalu tempel kartu pada reader (ESP32/RC522).
2. Pilih barang & qty. Klik [+ Tambah](#) untuk memasukkan ke daftar (ulang jika lebih dari satu barang), lalu klik [Proses](#).
3. Jika saldo cukup, transaksi sukses dan saldo berkurang.

Powered by Goot • Tailwind POS

Gambar 14. Halaman POS



Riwayat Transaksi
Data dari transaksi yang dibuat lewat POS (pos.php) / API (be11.php).

Dari: Sampai: Per Halaman: 20

[Terapkan](#) [Reset](#)

Menampilkan 9 data • Halaman 1 / 1

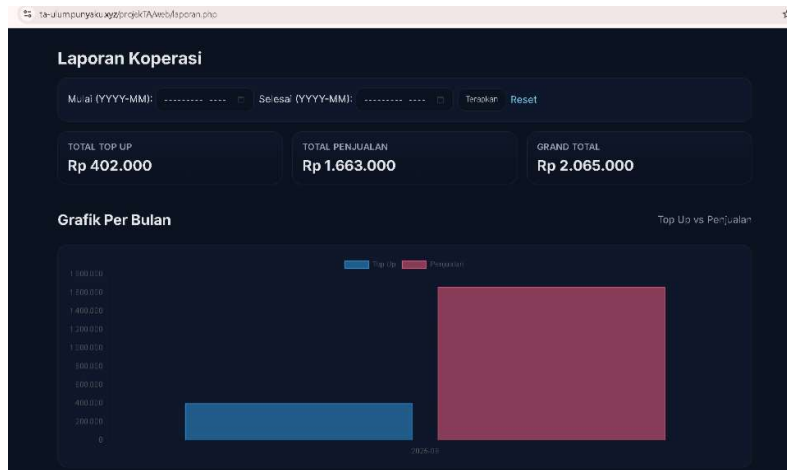
ID	Tanggal	Santri	Kasir	Tipe	Status	Total	Aksi
#9	2025-09-06 22:07:05	MIFTAKHIL ULUM (B: 1)	LUM (B: 1)	Pembelian	Success	Rp 2.000	▶ Lihat item (1) Cetak Struk
#8	2025-09-06 21:58:07	FAIZ AMRULLAH (B: 1)	LUM (B: 1)	Pembelian	Success	Rp 2.000	▶ Lihat item (1) Cetak Struk
#7	2025-09-06 21:40:49	SHEVA NAWAF (B: 1)	LUM (B: 1)	Pembelian	Success	Rp 9.000	▶ Lihat item (2) Cetak Struk
#6	2025-09-05 20:41:51	MIFTAKHIL ULUM (B: 1)	LUM (B: 1)	Pembelian	Success	Rp 132.000	▶ Lihat item (2) Cetak Struk
#5	2025-09-05 16:02:38	ABDUL MUSLICH (B: 2)	LUM (B: 2)	Pembelian	Success	Rp 4.000	▶ Lihat item (2) Cetak Struk
#4	2025-09-05 16:01:38	SHEVA NAWAF (B: 1)	LUM (B: 1)	Pembelian	Success	Rp 6.500	▶ Lihat item (2) Cetak Struk

Gambar 15. Halaman Riwayat

PERANCANGAN ALAT PEMBAYARAN SANTRI BERBASIS ESP32 PADA KOPERASI PONDOK PESANTREN AL-GHOZALI TAMBAKBERAS

Tanggal	ID Transaksi	UID	Nama Santri	Nominal	Status
10/9/2025, 01:43:34	#20	0029A55D	MIFTAKHUL ULUM	Rp 90.000	success
10/9/2025, 01:42:59	#18	43217028	ABDUL MUSLICH	Rp 100.000	success
10/9/2025, 01:42:43	#17	D1815850	SHEVA NAWAF	Rp 100.000	success
10/9/2025, 01:00:09	#16	D1815850	SHEVA NAWAF	Rp 6.500	success
10/9/2025, 00:59:27	#15	43217028	ABDUL MUSLICH	Rp 5.500	success

Gambar 16. Halaman top up saldo



Gambar 17. Halaman laporan koperasi bulanan.

Gambar 18. Halaman pergantian kartu.

3. Pengujian Hasil

Pengujian dilakukan menggunakan metode black-box testing yang berfokus pada kesesuaian antara input dan output sistem tanpa memperhatikan kode program internal.

a. Pengujian Website

Uji coba dilakukan terhadap seluruh fitur utama, seperti login, registrasi kartu, transaksi POS, cetak struk, dan riwayat transaksi. Semua fitur dapat berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan koperasi.

Tabel 1 Pengujian Website

No	Skenario	Aksi yang Dilakukan	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Login	Input Username dan password	Masuk ke dashboard	Berhasil
2	Login gagal	Input email benar, sandi salah	Muncul pesan error, tetap di halaman login	Berhasil
3.	Registrasi Kartu	Klik tombol Scan kartu dan input data santri	Data berhasil disimpan	Berhasil
4	Transaksi(POS)	Tekan tombol Scan kartu, pilih barang, Tekan tombol Proses	Transaksi Sukses	Berhasil
5	Cetak struk transaksi	Klik tombol “Cetak Struk”	Struk ditampilkan dan berhasil dicetak	Berhasil

b. Pengujian Alat

Uji coba dilakukan terhadap fungsi pembacaan kartu RFID, pemotongan saldo otomatis, dan indikator buzzer. Hasil pengujian menunjukkan semua fungsi berjalan sesuai harapan, UID kartu dapat terbaca dengan cepat, saldo terpotong otomatis, dan buzzer berfungsi sebagai penanda transaksi.

Tabel 2 Pengujian Alat

No	Skenario	Aksi yang Dilakukan	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Pembacaan/scan Kartu	Menempelkan kartu pada modul RFID	UID kartu berhasil terbaca/dideteksi	Berhasil
2	Proses Transaksi	Menempelkan kartu pada modul RFID	UID kartu berhasil terbaca/dideteksi	Berhasil
3	Indikator pada buzzer	Mendeteksi kartu	Buzzer berbunyi	Berhasil

4. Analisis Hasil

Berdasarkan implementasi dan pengujian yang dilakukan, sistem pembayaran santri berbasis ESP32 dan RFID terbukti dapat bekerja dengan baik sesuai tujuan penelitian. Beberapa hasil penting yang diperoleh adalah:

1. **Efisiensi Transaksi** – Proses pembayaran menjadi lebih cepat karena santri cukup menempelkan kartu tanpa perlu menghitung uang tunai atau menunggu kembalian.
2. **Keamanan dan Transparansi** – Setiap transaksi tercatat secara otomatis di database, sehingga mengurangi risiko kehilangan uang tunai dan kesalahan pencatatan manual.
3. **Kemudahan Monitoring** – Admin koperasi dapat memantau laporan penjualan secara digital, sementara wali santri dapat melihat riwayat pengeluaran anak secara real-time.
4. **Modernisasi Layanan Pesantren** – Sistem ini menjadi langkah awal digitalisasi koperasi pesantren, sekaligus sarana edukasi bagi santri agar terbiasa menggunakan teknologi dengan bijak.

Dengan hasil ini, sistem yang dikembangkan dinilai layak untuk digunakan di lingkungan koperasi Pondok Pesantren Al-Ghozali Tambakberas dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut pada skala yang lebih luas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan terhadap alat pembayaran santri berbasis Esp32 pada Koperasi Pondok Pesantren Al-Ghozali Tambakberas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembayaran tunai di koperasi pesantren menimbulkan masalah: risiko uang hilang, antrean panjang, dan kesalahan pencatatan. Solusinya adalah alat pembayaran non-tunai berbasis ESP32 dan RFID. Penelitian ini bertujuan merancang sistem transaksi cepat, aman, transparan, dengan antarmuka web untuk monitoring, transaksi, dan top-up.
2. Landasan teori mencakup IoT, mikrokontroler, sistem cashless, RFID, ESP32, dan web. Penelitian terdahulu membuktikan RFID lebih cepat dari QR-Code dan efektif di sekolah maupun pesantren, namun belum ada sistem terintegrasi khusus koperasi pesantren. Penelitian ini menggabungkan ESP32 + RFID + database online, dengan fitur top-up dan monitoring pengeluaran santri secara real-time.
3. Metode prototyping dipakai dengan tahapan: komunikasi, identifikasi kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem usulan mengganti transaksi tunai dengan RFID–ESP32 terhubung database online. Perancangan mencakup diagram blok, skematik alat, flowchart sistem, desain database (santri, kartu, barang, transaksi, user), dan website (login, dashboard, data, POS, riwayat).
4. Hasil pengujian black-box menunjukkan semua fitur berfungsi: RFID membaca UID dengan akurat, saldo otomatis terpotong, transaksi tercatat real-time, buzzer memberi notifikasi, dan website berjalan sesuai kebutuhan. Sistem terbukti layak, efisien, aman, dan transparan untuk koperasi pesantren.

SARAN

Agar sistem pembayaran santri berbasis ESP32 ini dapat berkembang lebih optimal, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Pengembangan fitur tambahan: Misalnya notifikasi real-time ke wali santri, laporan pengeluaran berkala, serta sistem peringatan saldo minimum agar penggunaan lebih efektif.
2. Peningkatan keamanan data: Disarankan menambahkan enkripsi transaksi, autentikasi ganda, serta pencadangan database berkala untuk menjaga kerahasiaan dan integritas data.
3. Integrasi dengan sistem pembayaran nasional: Ke depan, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan metode pembayaran lain, seperti e-wallet atau QRIS, agar lebih fleksibel dan sesuai dengan tren digital.

DAFTAR REFERENSI

- Ayu Wahyudi, D., Prasetyo, H., & Sari, I. (2021). Internet of Things: Konsep, perkembangan, dan implementasi. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(2), 45–53.
- Connolly, T., & Begg, C. (2015). *Database systems: A practical approach to design, implementation, and management*. Pearson Education.
- Haydar, A., Sumiharto, E., Utami, L., & Ilona, R. (2024). Pengaruh identifikasi QR-Code dan RFID (RC522) terhadap kecepatan transaksi pada sistem belanja self-service. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi*, 12(1), 55–64.
- Heizer, J., & Render, B. (2016). *Operations management* (11th ed.). Pearson Education.
- Hermawan, A., Putra, A., & Rahmawati, L. (2022). Internet of Things: Definisi, perkembangan, dan tantangan. *Jurnal Informatika*, 8(1), 10–18.
- Iqbal, M., & Rahayu, S. (2022). Analisis penggunaan Arduino IDE dalam pengembangan perangkat berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 15(3), 33–40.
- Ika Arthalia, F. (2020). Konsep website dalam penyediaan informasi digital. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 6(1), 25–30.
- Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2014). *Systems analysis and design* (9th ed.). Pearson.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2018). *Management information systems: Managing the digital firm* (15th ed.). Pearson.
- Lesmana, A., & Silalahi, R. (2020). Analisis fitur dan efisiensi energi mikrokontroler ESP32. *Jurnal Elektronika dan Komputer*, 14(2), 21–29.
- Maharani, N., Piarsa, I. N., & Rusjyanti, N. K. (2023). Rancang bangun sistem pembayaran digital berbasis kartu RFID menggunakan ESP32 di kantin kewirausahaan SMK Negeri 1 Bangli. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 11(2), 102–110.
- Maulana, A., Fahrurrozi, M., & Alfarisi, R. (2025). Analisis perilaku konsumtif santri dalam penerapan cashless payment perspektif maqashid syariah (Studi kasus Pondok Pesantren Madura). *Jurnal Ekonomi Syariah dan Teknologi Finansial*, 9(1), 88–97.
- Muñoz-Ausecha, C., Ruiz-Rubio, S., & Rojas-González, J. (2021). Comparative study of RFID and QR code in fast transaction systems. *International Journal of Information Technology*, 13(4), 321–329.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). *Management information systems* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Pratama, Y. (2022). Perkembangan ekosistem pembayaran digital di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Digital Indonesia*, 7(2), 112–124.
- Pressman, R. S. (2015). *Software engineering: A practitioner's approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.

- Raja, B., Kurniawan, I., & Setiawan, P. (2023). Internet: Sejarah, perkembangan, dan implementasi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 11(2), 50–60.
- Roihan, A., Rahma, D., & Yusuf, A. (2019). Penerapan metode prototyping dalam pengembangan sistem informasi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 7(2), 22–30.
- Shelly, G. B., & Rosenblatt, H. J. (2011). *Systems analysis and design* (9th ed.). Cengage Learning.
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. (2016). *Designing the user interface* (6th ed.). Pearson.
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed.). Pearson.
- Sopiatunisa, E., Budiono, A., & Gapur, A. (2025). Transformasi pola keuangan santri melalui sistem cashless di Pondok Pesantren Idrisiyyah Putri Tasikmalaya. *Jurnal Ekonomi Syariah Digital*, 6(1), 41–50.
- Stair, R., & Reynolds, G. (2017). *Principles of information systems* (13th ed.). Cengage Learning.
- Sitohang, D. (2021). Analisis pemanfaatan ESP32 dalam pengembangan perangkat IoT. *Jurnal Sistem Informasi dan Elektronika*, 9(2), 67–74.