JURNAL SISTEM INFORMASI DAN TENOLOGI

http://www.jurnal.umk.ac.id/sitech

Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Produk Berbasis Web Pada Badan Usaha Milik Desa Merabuan

Maulana Ismail[1], Heldi Hastriyandi[2], Theresia Widji Astuti[3], Fiqih Akbari[4]

[1,2] *Program Studi Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Sambas*

Article Info:
Dikirim: (ditulis tanggal submit)
Direvisi: ……
Diterima: ……
Tersedia Online: ……

Penulis Korespondensi:
Maulana Ismail
Program Studi Manajemen Informatika,
Politeknik Negeri Sambas,
Sambas, Indonesia
Email:
maulanaismail@student.poltesa.ac.id

Abstrak: *Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Merabuan merupakan lembaga usaha desa yang menjual berbagai kebutuhan masyarakat seperti alat tulis kantor (ATK), pupuk, gas LPG, dan sarana produksi pertanian. Dalam pelaksanaannya, BUMDes Merabuan menghadapi persaingan dengan toko sembako dan toko kecil lain di sekitar lokasi sehingga diperlukan peningkatan pelayanan dan perluasan jangkauan penjualan. Selain itu, proses pengelolaan penjualan dan pencatatan transaksi masih dilakukan secara manual sehingga pengelolaan data produk, transaksi, dan keuangan belum optimal dan belum terintegrasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi penjualan produk berbasis web untuk memperluas jangkauan penjualan dan mempermudah pengelolaan data pada BUMDes Merabuan. Aplikasi yang dibangun memungkinkan masyarakat melihat informasi produk, melakukan pemesanan secara online, serta membantu pihak BUMDes mengelola produk, transaksi, dan laporan keuangan secara lebih efektif dan terintegrasi. Metode yang digunakan meliputi observasi, wawancara, analisis kebutuhan, perancangan dengan Unified Modeling Language (UML), implementasi menggunakan framework CodeIgniter 4 dan basis data MySQL, serta pengujian menggunakan metode Black Box Testing. Hasil penelitian ini adalah aplikasi penjualan berbasis web yang dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan data penjualan dan kualitas pelayanan pada BUMDes Merabuan.*

Kata kunci: *aplikasi penjualan, penjualan produk, BUMDes, CodeIgniter 4, berbasis web.*

Abstract: *Merabuan Village-Owned Enterprise (BUMDes) is a village business institution that sells various community needs such as office stationery (ATK), fertilizers, LPG gas, and agricultural production facilities. In its operation, BUMDes Merabuan faces competition from grocery stores and small shops nearby, so improving services and expanding sales reach are necessary. In addition, the sales management and transaction recording processes are still carried out manually, making product, transaction, and financial data management less optimal and poorly integrated. This study aims to design and develop a web-based product sales application to expand sales reach and simplify data management at BUMDes Merabuan. The application enables the public to view product information and place orders online, and assists BUMDes in managing products, transactions, and financial reports more effectively and in an integrated manner. The methods used include observation, interviews, requirement analysis, design using the Unified Modeling Language (UML), implementation using the CodeIgniter 4 framework and MySQL database, and testing using the Black Box Testing method. The result is a web-based sales application that can improve the effectiveness of sales data management and service quality at BUMDes Merabuan.*

Keywords: *sales application, product sales, BUMDes, CodeIgniter 4, web-based.*

1. PENDAHULUAN

Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) merupakan lembaga usaha desa yang dibentuk untuk mengelola potensi ekonomi desa serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui berbagai kegiatan usaha. Salah satu unit usaha BUMDes Merabuan bergerak pada penjualan berbagai kebutuhan masyarakat seperti alat tulis kantor (ATK), pupuk, gas LPG, serta sarana produksi pertanian. Keberadaan BUMDes diharapkan mampu menjadi sarana pendukung perekonomian masyarakat desa sekaligus meningkatkan pendapatan desa melalui pengelolaan usaha yang efektif dan berkelanjutan [1].

Dalam pelaksanaannya, BUMDes Merabuan masih menghadapi beberapa permasalahan. Permasalahan utama adalah tingginya persaingan usaha dengan toko sembako dan toko kecil lain di sekitar lokasi BUMDes, sehingga masyarakat memiliki banyak pilihan tempat berbelanja. Kondisi ini menuntut BUMDes untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan memperluas jangkauan penjualan agar mampu bersaing. Selain itu, proses pengelolaan penjualan, pengelolaan produk, dan pencatatan pemasukan masih dilakukan secara manual sehingga kurang efektif serta berisiko menimbulkan kesalahan pencatatan maupun kehilangan data. Proses penjualan juga masih berfokus pada penjualan langsung di toko (*offline*), sehingga jangkauan pemasaran terbatas dan penjualan sangat bergantung pada kedatangan konsumen ke lokasi.

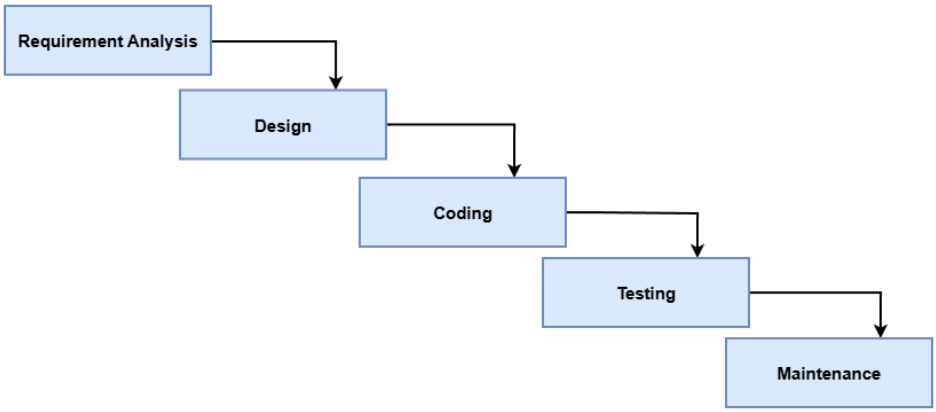
Perkembangan teknologi informasi memberikan peluang bagi BUMDes untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan memperluas pemasaran melalui pemanfaatan aplikasi berbasis web. Aplikasi berbasis web dapat diakses dengan mudah melalui komputer maupun telepon pintar, sehingga masyarakat dapat memperoleh informasi produk dan melakukan pemesanan tanpa harus datang langsung ke lokasi. Sistem berbasis web juga membantu pihak BUMDes mengelola data produk, penjualan, dan pemasukan secara terintegrasi dalam satu sistem sehingga pengelolaan data menjadi lebih terstruktur dan efektif [2]. Pemanfaatan sistem informasi terbukti meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan data karena membuat proses kerja lebih terstruktur, cepat, dan akurat [3], sementara aplikasi penjualan mempermudah konsumen memperoleh informasi produk dan melakukan transaksi secara lebih praktis [4].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem informasi penjualan berbasis web mampu meningkatkan efektivitas operasional usaha. Lawolo dkk. mengembangkan sistem informasi penjualan berbasis web pada UMKM yang mampu mengelola transaksi, data produk, dan laporan penjualan secara terkomputerisasi [5]. Runtu dkk. mengimplementasikan sistem informasi penjualan pada BUMDes yang mempermudah masyarakat memperoleh informasi produk dan mengotomatisasi pencatatan penjualan [6]. Noor dkk. membangun sistem penjualan produk pertanian pada BUMDes yang mampu mencatat transaksi secara terintegrasi dan mempercepat pembuatan laporan [7], sedangkan Suleman dan Dunggio menegaskan pentingnya media pemasaran digital untuk memperluas jangkauan informasi produk BUMDes [8]. Penelitian Angellin dkk. juga menunjukkan bahwa integrasi penjualan dan inventori dalam satu sistem berbasis web meningkatkan efisiensi operasional serta akurasi data [9]. Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini memposisikan diri untuk menggabungkan pengelolaan penjualan *online* dan *offline* pada satu sistem terintegrasi yang dilengkapi verifikasi pendaftaran berbasis OTP melalui *WhatsApp Gateway*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah aplikasi penjualan produk berbasis web yang mampu membantu BUMDes Merabuan meningkatkan daya saing usaha, memperluas jangkauan penjualan, serta mempermudah pengelolaan produk, penjualan, dan pemasukan secara terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi penjualan produk berbasis web pada BUMDes Merabuan sehingga proses pengelolaan data menjadi lebih terstruktur, efektif, dan terintegrasi dalam satu sistem.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penyelesaian masalah yang digunakan adalah *System Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Waterfall*. Model *Waterfall* dipilih karena memiliki tahapan pengembangan yang terstruktur dan dilakukan secara bertahap mulai dari analisis kebutuhan hingga pemeliharaan. Model ini sesuai digunakan karena kebutuhan sistem telah ditentukan dengan jelas sejak awal penelitian [10]. Tahapan model *Waterfall* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model *Waterfall*

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

(1) *Requirement Analysis*, dilakukan analisis kebutuhan sistem dengan mengidentifikasi permasalahan pada proses penjualan produk di BUMDes Merabuan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan pihak BUMDes untuk memperoleh informasi kebutuhan sistem.

(2) *Design*, dilakukan perancangan sistem berdasarkan hasil analisis kebutuhan, meliputi perancangan basis data, antarmuka pengguna (*user interface*), serta perancangan alur sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) seperti *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, dan *class diagram*.

(3) *Coding*, dilakukan implementasi rancangan ke dalam bentuk program aplikasi menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework* CodeIgniter 4 dan basis data MySQL sebagai media penyimpanan data.

(4) *Testing*, dilakukan pengujian fungsi-fungsi aplikasi menggunakan metode *black box testing* dengan menguji setiap fitur, seperti proses login, pengelolaan produk, pemesanan, transaksi penjualan, dan pengelolaan pemasukan.

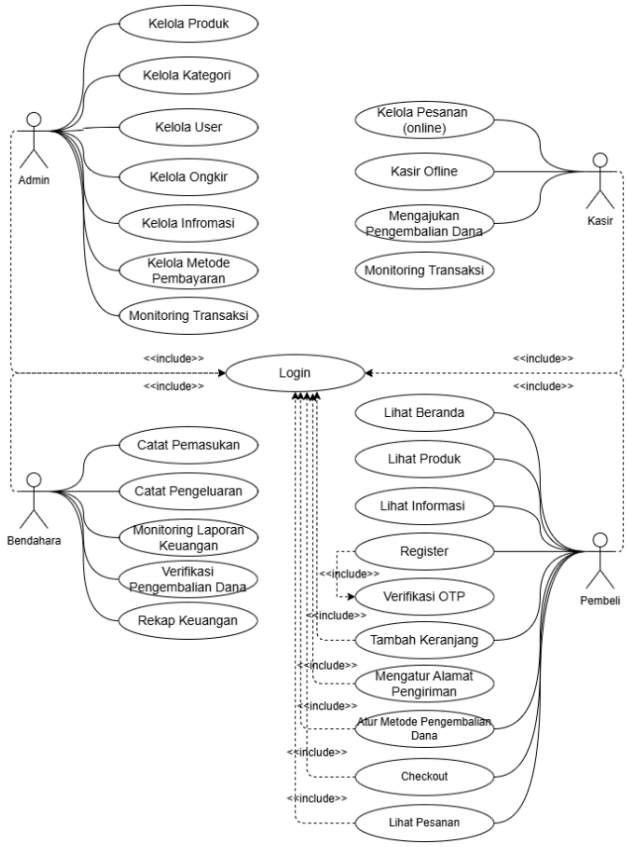
(5) *Maintenance*, dilakukan pemeliharaan sistem, perbaikan kesalahan yang ditemukan, serta pengembangan fitur apabila diperlukan agar sistem dapat terus berjalan sesuai kebutuhan BUMDes Merabuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi penjualan produk berbasis web pada BUMDes Merabuan dibangun menggunakan *framework* CodeIgniter 4 dengan konsep *Model-View-Controller* (MVC) dan basis data MySQL [11][12]. Sistem memiliki empat aktor utama, yaitu Admin, Kasir, Bendahara, dan Masyarakat, dengan hak akses masing-masing sesuai tugasnya.

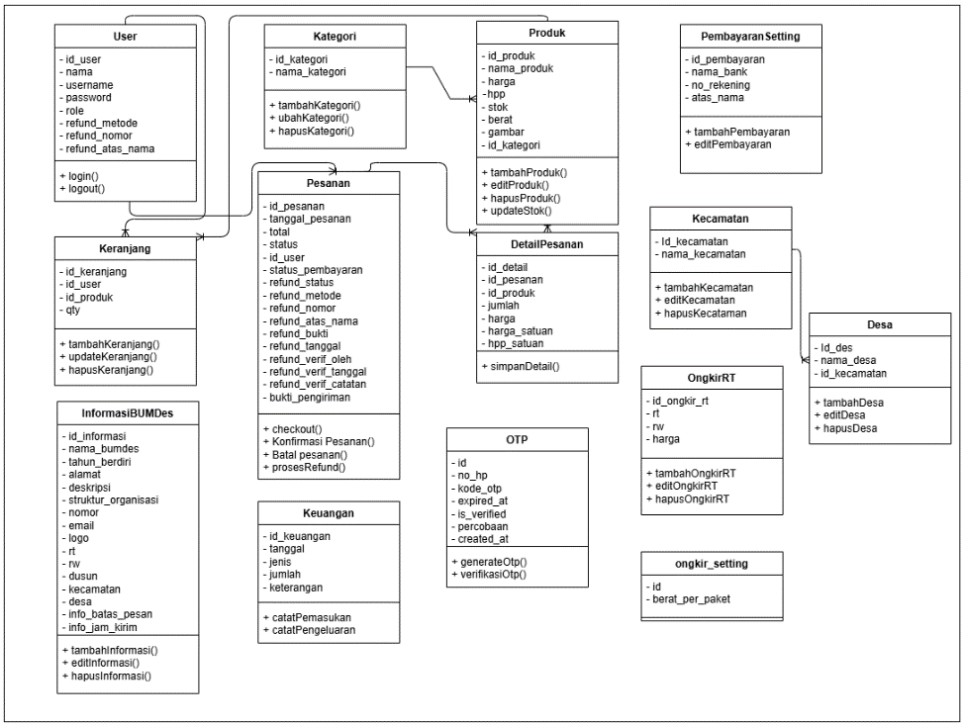
3.1 Perancangan Sistem

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem serta fungsi yang dapat dijalankan setiap aktor sesuai hak aksesnya [13]. Admin memiliki hak akses mengelola data produk, kategori, pengguna, ongkir, informasi, metode pembayaran, serta melakukan *monitoring* transaksi. Kasir mengelola pesanan *online*, melakukan transaksi kasir *offline*, memantau transaksi, serta mengajukan pengembalian dana pesanan. Bendahara mencatat pemasukan dan pengeluaran, melakukan rekap keuangan, mencetak laporan keuangan, serta memverifikasi pengajuan pengembalian dana dari kasir. Masyarakat dapat melihat informasi dan produk, melakukan registrasi yang diverifikasi melalui kode OTP, menambahkan produk ke keranjang, mengatur alamat pengiriman, melakukan *checkout*, serta melihat pesanan. *Use case diagram* sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. ***Use Case Diagram***

Class diagram menggambarkan struktur kelas serta hubungan antar kelas dalam sistem. Terdapat beberapa kelas utama seperti *User*, *Produk*, *Kategori*, *Keranjang*, *Pesanan*, *DetailPesanan*, *Keuangan*, *InformasiBUMDes*, *PembayaranSetting*, *OngkirSetting*, *Kecamatan*, *Desa*, *OngkirRT*, dan *OTP* yang saling berhubungan untuk mendukung proses pengelolaan data dan transaksi. *Class diagram* sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. ***Class Diagram***

3.2 Perancangan Basis Data

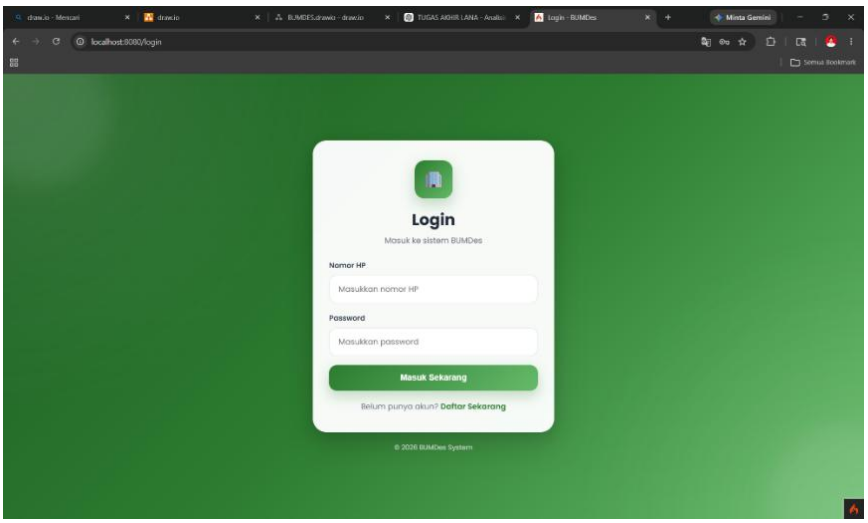
Basis data dirancang menggunakan beberapa tabel yang saling berhubungan untuk menyimpan data pengguna, produk, kategori, pesanan, transaksi, keuangan, serta pengaturan ongkir dan metode pembayaran secara terstruktur. Dengan perancangan basis data yang baik, proses penyimpanan, pencarian, pengolahan, dan penyajian data dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien. Salah satu tabel utama sistem adalah tabel produk yang digunakan untuk menyimpan data produk yang dijual. Struktur tabel produk ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Tabel Produk

Nama Field	Tipe Data	Panjang	Keterangan
id_produk	INT	11	Primary key, kode unik produk
nama_produk	VARCHAR	150	Nama produk yang dijual
deskripsi	TEXT	-	Deskripsi / keterangan produk
foto	VARCHAR	255	Nama file foto produk
harga	DECIMAL	10,2	Harga jual produk (Rupiah)
hpp	INT	11	Harga modal (HPP) untuk hitung untung
stok	INT	11	Jumlah stok produk tersedia
berat	DECIMAL	8,2	Berat produk (kg) untuk hitung ongkir
id_kategori	INT	11	Foreign key, referensi ke tabel kategori

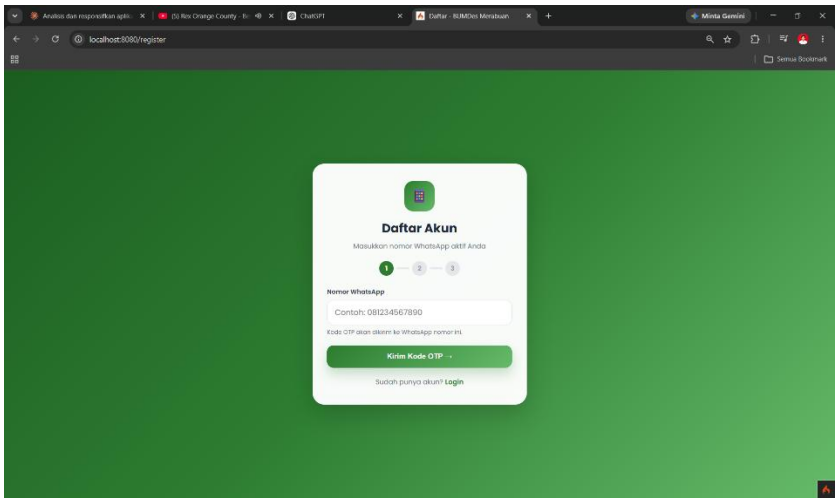
3.3 Implementasi Sistem

Halaman login merupakan halaman awal yang digunakan pengguna untuk masuk ke dalam sistem. Pengguna memasukkan nomor HP dan *password* yang telah terdaftar, kemudian sistem melakukan proses autentikasi dan mengarahkan pengguna ke halaman sesuai hak aksesnya. Tampilan halaman login ditunjukkan pada Gambar 4.



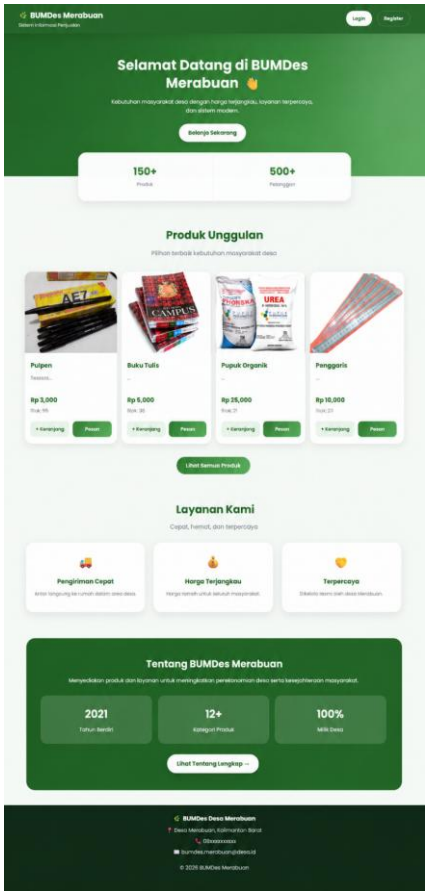
Gambar 4. Tampilan Halaman Login

Halaman *register* digunakan masyarakat untuk membuat akun baru. Setelah mengisi data diri dan nomor WhatsApp, sistem mengirimkan kode OTP (*One Time Password*) melalui *WhatsApp Gateway* untuk memverifikasi keaslian nomor pengguna [14][15]. Akun hanya dapat diaktifkan apabila kode OTP yang dimasukkan sesuai, sehingga keamanan pendaftaran akun lebih terjamin. Tampilan halaman *register* ditunjukkan pada Gambar 5.



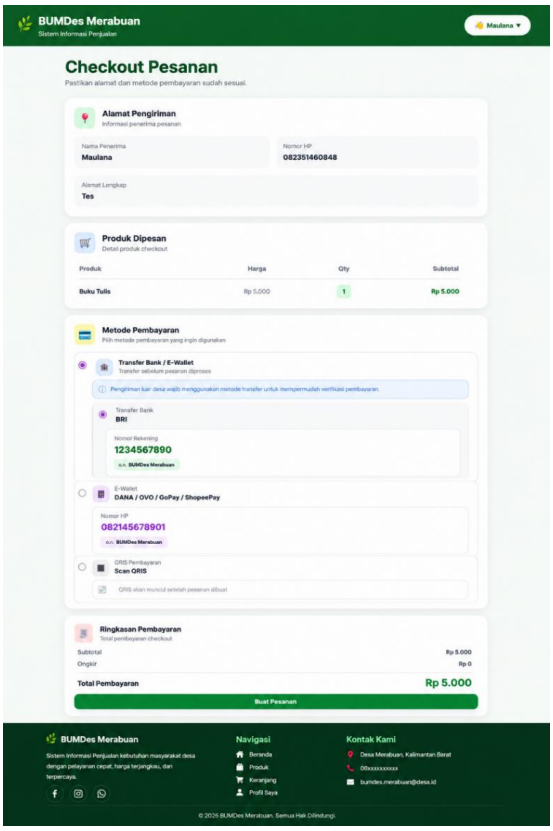
Gambar 5. Tampilan Halaman *Register*

Halaman beranda merupakan halaman utama yang menampilkan produk unggulan, kategori produk, serta profil singkat dan layanan BUMDes Merabuan. Melalui halaman ini masyarakat dapat menelusuri produk yang tersedia dan mengakses menu pemesanan. Tampilan halaman beranda ditunjukkan pada Gambar 6.



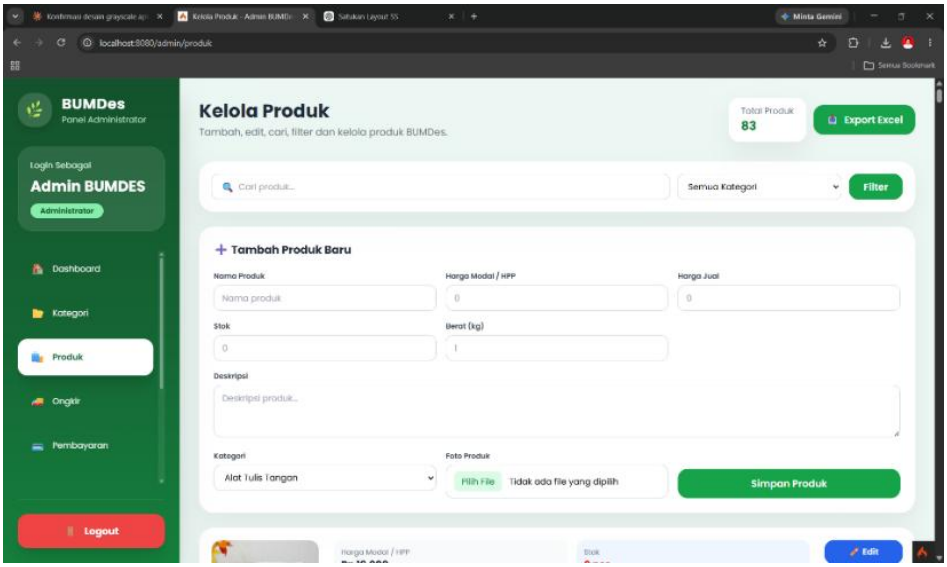
Gambar 6. Tampilan Halaman Beranda

Halaman *checkout* digunakan masyarakat untuk menyelesaikan pemesanan produk. Pada halaman ini pengguna mengisi alamat pengiriman, memilih metode pembayaran (*transfer*, *e-wallet*, QRIS, atau COD), serta melihat ringkasan pesanan beserta ongkos kirim yang dihitung otomatis berdasarkan wilayah tujuan. Setelah menekan tombol Buat Pesanan, pesanan tersimpan dengan status sesuai metode pembayaran yang dipilih. Tampilan halaman *checkout* ditunjukkan pada Gambar 7.



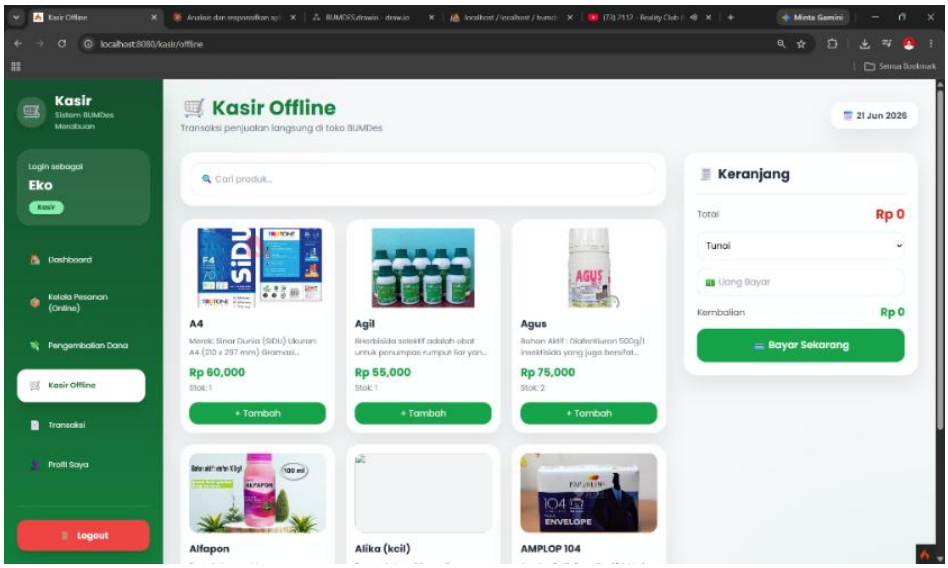
Gambar 7. Tampilan Halaman *Checkout*

Halaman kelola produk digunakan oleh admin untuk mengelola data produk pada sistem, meliputi menambah, mengubah, dan menghapus produk beserta harga, stok, dan kategorinya. Tampilan halaman kelola produk ditunjukkan pada Gambar 8.



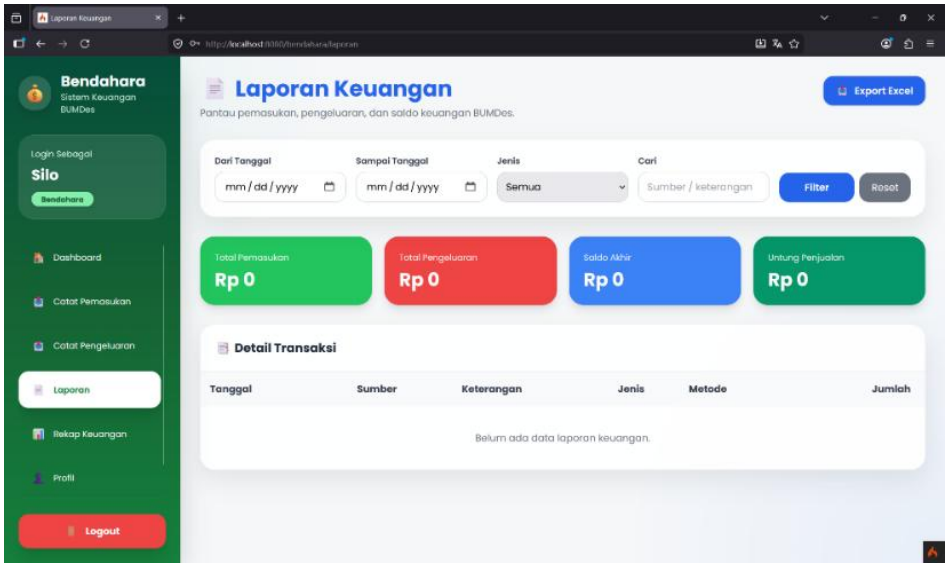
Gambar 8. Tampilan Halaman Kelola Produk

Halaman kasir *offline* digunakan oleh kasir untuk melakukan transaksi penjualan langsung di toko BUMDes. Kasir dapat memilih produk, menentukan jumlah, dan sistem otomatis menghitung total pembayaran sehingga proses transaksi menjadi lebih cepat dan praktis. Tampilan halaman kasir *offline* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Halaman Kasir *Offline*

Halaman laporan keuangan digunakan oleh bendahara untuk memantau pemasukan, pengeluaran, saldo, serta riwayat transaksi keuangan BUMDes. Laporan dapat ditampilkan berdasarkan periode tertentu dan dicetak sesuai kebutuhan, sehingga proses *monitoring* keuangan menjadi lebih terstruktur. Tampilan halaman laporan keuangan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Halaman Laporan Keuangan

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* yang berfokus pada kesesuaian fungsi masukan dan keluaran tanpa memperhatikan struktur kode program. Sebagai contoh, hasil pengujian pada halaman *checkout*/pemesanan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *Black Box* Halaman *Checkout*/Pemesanan

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Ket
1	Memilih metode pembayaran Transfer	Sistem menampilkan informasi rekening, e-wallet, dan QRIS	Valid
2	Membuat pesanan tanpa melengkapi alamat	Sistem meminta pengguna melengkapi alamat terlebih dahulu	Valid
3	Membuat pesanan dengan metode Transfer	Pesanan tersimpan dengan status menunggu pembayaran dan diminta mengunggah bukti	Valid

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Ket
4	Membuat pesanan dengan metode COD (dalam desa)	Pesanan tersimpan dengan status menunggu konfirmasi	Valid
5	Checkout ketika alamat belum diatur	Sistem menampilkan pop-up pengisian alamat dan tombol Buat Pesanan nonaktif	Valid
6	Menyimpan alamat melalui pop-up checkout	Alamat tersimpan, ongkos kirim otomatis terhitung, dan pesanan dapat dilanjutkan	Valid

Pengujian dilakukan terhadap seluruh modul pada setiap aktor sistem. Ringkasan hasil pengujian keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Pengujian *Black Box*

No	Modul / Halaman yang Diuji	Aktor	Jumlah Skenario	Hasil
1	Login dan Logout	Semua aktor	6	Valid
2	Register (verifikasi OTP)	Masyarakat	8	Valid
3	Produk, Detail Produk, dan Keranjang	Masyarakat	10	Valid
4	Checkout/Pemesanan dan Pesanan Saya	Masyarakat	12	Valid
5	Kelola Kategori, Produk, dan User	Admin	16	Valid
6	Kelola Ongkir dan Metode Pembayaran	Admin	8	Valid
7	Monitoring dan Profil Admin	Admin	6	Valid
8	Kelola Pesanan dan Kasir Offline	Kasir	12	Valid
9	Transaksi dan Profil Kasir	Kasir	6	Valid
10	Catat Pemasukan dan Pengeluaran	Bendahara	8	Valid
11	Laporan dan Rekap Keuangan	Bendahara	6	Valid

Berdasarkan Tabel 3, seluruh skenario pengujian pada setiap modul memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan (*valid*). Dengan demikian, fungsi-fungsi utama pada aplikasi penjualan produk berbasis web BUMDes Merabuan telah berjalan dengan baik sesuai kebutuhan pengguna, mencakup proses login, pendaftaran dengan verifikasi OTP, pemesanan *online*, transaksi kasir *offline*, serta pengelolaan produk dan keuangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, telah berhasil dibangun aplikasi penjualan produk berbasis web pada BUMDes Merabuan menggunakan *framework* CodeIgniter 4 dan basis data MySQL melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian *Black Box Testing*. Sistem yang dibangun mampu membantu proses penjualan produk BUMDes secara *online* maupun *offline* sehingga pelayanan kepada masyarakat menjadi lebih efektif dan terorganisir. Sistem juga menyediakan fitur pengelolaan produk, kategori, ongkir, pembayaran, transaksi, serta data petugas sesuai kebutuhan operasional. Fitur *checkout* dan pemesanan *online* mempermudah masyarakat melakukan pembelian tanpa harus datang langsung ke lokasi, sementara fitur kasir *offline* mempercepat transaksi langsung di toko. Fitur laporan dan rekap keuangan membantu bendahara memantau pemasukan, pengeluaran, saldo, serta riwayat transaksi secara terstruktur. Dengan adanya sistem ini, pengelolaan data dan transaksi pada BUMDes Merabuan menjadi lebih terintegrasi dibandingkan proses pencatatan manual sebelumnya. Untuk pengembangan selanjutnya disarankan penambahan notifikasi otomatis status pesanan, pengembangan versi *mobile*, penyajian grafik statistik penjualan dan keuangan, integrasi *payment gateway*, serta peningkatan keamanan sistem melalui enkripsi *password* dan *backup* basis data otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Parjaman, T., dan Enas, 2021. "Penguatan Kapasitas Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) sebagai Lembaga Penggerak Pembangunan Perekonomian Desa", *Journal of Management Review*, 5. 3, 689-698.

[2] Fitriani, Y., Utami, S., dan Junadi, B., 2022. "Perancangan Sistem Informasi Human Capital Management Berbasis Website", *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research (JISAMAR)*, 6. 4, 792-803.

[3] Fauziyah, S., dan Sugiarti, Y., 2022. "Literature Review: Analisis Metode Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web", *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 8. 2, 86-92.

[4] Aditya, F., Putra, A. D., dan Surahman, A., 2022. "Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Berbasis Android (Studi Kasus pada Toko Murah Jaya Alumunium)", *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, 3. 3, 316-329.

[5] Lawolo, E., Prihati, Y., dan Prakoso, S. A., 2025. "Implementasi Metode Prototype pada Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web", *Bulletin of Computer Science Research*, 5. 5, 1272-1282.

[6] Runtu, R. A., Rorimpandey, G. C., Kainde, Q. C., dan Kaluku, M. R. A., 2021. "Implementasi Sistem Informasi Penjualan Badan Usaha Milik Desa Berbasis Web", *JOINTER - Journal of Informatics Engineering*, 2. 2, 1-6.

[7] Noor, M. F., Rahman, N., dan Sofyar, 2023. "Sistem Informasi Penjualan Produk Pertanian pada Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Sinar Bulan", *Indonesian Journal of Applied Accounting and Finance*, 3. 1, 53-61.

[8] Suleman, F., dan Dunggio, Z., 2021. "Sistem Informasi Pemasaran Produk Badan Usaha Milik Desa di Kabupaten Gorontalo Utara", *Jurnal Informatika UPGRIS*, 7. 2, 16-22.

[9] Angellin, K., Oetama, R., dan Amri, M., 2023. "Web-Based Inventory and Sales Information System: Indonesian Micro Small Medium Enterprise Case Study", *Journal of Information System*, 8. 1, 57-66.

[10] Surbakti, Y. S. B., 2024. "Metode Waterfall dalam System Development Life Cycle (SDLC)", *Universitas Widyatama*, Bandung.

[11] Martani, A., Saripuddin, M., dan Ikhsan, N., 2022. "Rancang Bangun Website Company Profile Berbasis Framework Bootstrap dan Framework CodeIgniter pada Yayasan Khalifah Cendekia Mandiri", *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, 2. 6, 2895-2912.

[12] Tumini, dan Fitria, M., 2021. "Penerapan Metode Scrum pada E-Learning STMIK Cikarang Menggunakan PHP dan MySQL", *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 6. 1, 12-17.

[13] Wijayanti, T., Nugraha, F., dan Utomo, A. P., 2022. "Rancang Bangun Sistem Manajemen Pengelolaan Pengaduan Masyarakat di Kabupaten Kudus", *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, 3. 1, 56-67.

[14] Khairullah, Joupin, M. Y., Marhalim, dan Mahfuzhi, A. R. W., 2024. "Perancangan Sistem Keamanan Jaringan Hotspot Mikrotik Router OS Login Menggunakan One-Time Password (OTP)", *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8. 5, 10953-10957.

[15] Azis, A., Riyanto, A., dan Yuliana, M. E., 2023. "Penerapan Komunikasi Memanfaatkan WhatsApp Gateway antara Admin dan Calon Siswa Baru pada Madrasah Aliyah Isy Karima", *Sibatik Journal*, 2. 12, 3739-3748.