

Smart Shopping System: Integrasi Teknologi Web dan IoT untuk Transformasi Digital Toko Ritel Skala Kecil Menengah

Smart Shopping System: Integration of Web Technology and IoT for Digital Transformation of Small and Medium-Scale Retail Stores

Wiwin Sry Adinda Banjarnahor^{*1}, Junus Sinuraya², Santi Prayudani³, Orli Tumanggor⁴
^{1,2}Teknik Komputer, ^{3,4}Teknik Rekayasa Perangkat Lunak/Teknik Komputer dan Informatika,
Politeknik Negeri Medan

E-mail: ¹wiwinbanjarnahor@polmed.ac.id, ²junussinuraya@polmed.ac.id,
³santiprayudani@polmed.ac.id, ⁴orlitumanggor@polmed.ac.id

Received: 23-11-2024 | Revised: 24-3-2025 | Accepted: 30-04-2025

Abstrak

Sektor ritel modern menghadapi tantangan dalam memenuhi ekspektasi konsumen yang menginginkan pengalaman berbelanja yang efisien dan nyaman. Penelitian ini mengembangkan sistem Si-Smart Shop berbasis web yang terintegrasi dengan alat *smart shopping cart* berbasis Internet of Things (IoT) untuk mengoptimalkan operasional toko ritel. Rumusan masalah penelitian meliputi pengurangan kepadatan antrian pelanggan, penyediaan informasi harga real-time secara mandiri, dan otomatisasi proses pembuatan label harga yang sebelumnya dilakukan secara manual. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan pengembangan sistem dengan model waterfall. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem berhasil mengoptimalkan alur kerja operasional dengan mengurangi waktu tunggu konsumen dan meminimalkan kesalahan perhitungan harga. Pengujian blackbox testing terhadap 42 test case menunjukkan seluruh fungsionalitas sistem memenuhi kriteria operasional. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan solusi teknologi yang dapat diakses berbagai skala usaha dengan investasi terjangkau, mengatasi permasalahan operasional dalam proses transaksi dan manajemen informasi produk, serta meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan di lingkungan ritel.

Kata kunci: *Smart Shopping, Internet of Things, label harga, antrian pelanggan*

Abstract

The modern retail sector faces challenges in meeting consumer expectations for efficient and convenient shopping experiences. This research develops a web-based Si-Smart Shop system integrated with Internet of Things (IoT)-based smart shopping cart to optimize retail store operations. The research problem formulation includes reducing customer queue density, providing real-time price information independently, and automating the price label creation process that was previously done manually. The research methodology uses a system development approach with the waterfall model. Implementation results show that the system successfully optimizes operational workflow by reducing consumer waiting time and minimizing price calculation errors. Blackbox testing on 42 test cases demonstrates that all system functionalities meet operational criteria. The main contribution of this research is providing accessible technology solutions for various business scales with affordable investment, addressing operational problems in transaction processes and product information management, as well as improving operational efficiency and service quality in retail environments.

Keywords: Smart Shopping, Internet of Things, price labels, customer queues

1. PENDAHULUAN

Transformasi teknologi informasi telah mengubah cara kerja sektor ritel, khususnya pada usaha yang menyediakan kebutuhan pokok seperti minimarket dan supermarket. Sistem kasir konvensional yang mengandalkan pemindaian produk atau input kode digit secara manual oleh petugas kasir masih menjadi standar operasional dominan untuk memfasilitasi transaksi pembelian. Informasi harga produk kepada konsumen masih dipresentasikan melalui label fisik berbentuk kertas yang ditempatkan pada rak penyusunan produk.

Toko Barus merupakan toko kelontong modern yang telah beroperasi selama empat belas tahun dalam memenuhi kebutuhan pokok konsumen di kawasan Jalan Pembangunan Padang Bulan. Operasional Toko Barus saat ini masih mengimplementasikan sistem minimarket konvensional dengan metode pemindaian barcode pada area kasir. Produk yang disusun pada rak dilengkapi dengan label harga yang masih ditulis secara manual menggunakan pulpen pada secarik kertas, yang mencerminkan beberapa keterbatasan operasional yang signifikan. Ketika konsumen berbelanja dalam volume besar, proses pemindaian produk secara manual di kasir memerlukan waktu yang lebih lama. Kondisi ini dapat menimbulkan antrian konsumen lainnya yang mengakibatkan waktu tunggu yang tidak produktif bagi semua pihak yang terlibat. Label harga yang tercantum di rak tempat produk disusun berpotensi menimbulkan perbedaan dalam proses transaksi di minimarket. Ketidaksiharian antara label harga yang tertera di rak dengan sistem kasir dapat terjadi ketika pegawai minimarket belum melakukan sinkronisasi label harga produk pada rak sesuai dengan *database* sistem. Padahal perubahan harga produk dapat terjadi dalam interval waktu yang tidak dapat diprediksi sehingga mengakibatkan label harga pada Toko Barus tidak sepenuhnya *up-to-date*. Kondisi ini menciptakan gap informasi yang dapat merugikan baik konsumen maupun operasional toko.

Penelitian terkait pengembangan *smart shopping cart* pada industri retail sudah banyak dilakukan. Diantara penelitian tersebut, terdapat troli belanja pintar yang menggunakan teknologi RFID yang memungkinkan pelanggan untuk mengatur batas pembelian mereka sendiri, dengan LCD menampilkan total biaya dan peringatan alarm jika batas terlampaui [1]. Penelitian senada juga dilakukan dengan dilengkapi dengan aplikasi mobile, bertujuan untuk menyederhanakan pengalaman berbelanja dengan memungkinkan pelanggan memindai dan membayar barang secara langsung dari troli. [2]. Ke dua penelitian ini menggunakan teknologi seperti pembaca RFID yang secara otomatis mencatat item, menghitung total biaya, dan memungkinkan pembayaran melalui aplikasi. Secara keseluruhan, inovasi ini menawarkan solusi yang efisien dan ramah pengguna untuk berbelanja yang lebih cepat dan nyaman.

Meskipun pengembangan *smart shopping cart* berbasis teknologi RFID telah banyak dilakukan dalam berbagai studi sebelumnya [3] [2] [4], sebagian besar inovasi tersebut masih mengandalkan perangkat keras khusus seperti pembaca RFID dan tag produk yang membutuhkan investasi awal yang tinggi [1]. Beberapa penelitian terdahulu bahkan telah mengintegrasikan sistem ini dengan aplikasi *mobile* untuk memungkinkan pelanggan memindai dan membayar barang secara langsung dari troli, serta menyediakan fitur pengingat jika batas anggaran pembelian terlampaui [2]. Kendati menawarkan kemudahan dan efisiensi dalam proses belanja, pendekatan ini memiliki kelemahan yang cukup mendasar, yaitu tingginya biaya implementasi dan ketergantungan pada infrastruktur khusus, yang secara nyata membatasi penerapannya secara luas, terutama di kalangan pelaku usaha ritel kecil dan menengah.

Berdasarkan evaluasi terhadap keterbatasan implementasi teknologi Radio Frequency Identification (RFID) yang digunakan dalam berbagai penelitian terdahulu, khususnya terkait dengan tingginya biaya perangkat keras seperti pembaca RFID dan tag produk, penelitian ini

bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem alternatif yang lebih ekonomis dan mudah diakses. Fokus utama dari penelitian ini terletak pada pengembangan sistem perangkat lunak berbasis web yang dinamakan Si-Smart Shop, yang memungkinkan pencatatan produk secara *real-time*, pengelolaan stok otomatis melalui integrasi dengan basis data terpusat, serta mendukung proses transaksi baik oleh kasir melalui komputer maupun oleh pelanggan melalui perangkat seluler. Sistem ini juga akan mendukung integrasi dengan perangkat pendukung *smart shopping cart* dengan barcode scanner GM66 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai input data dari keranjang belanja.

Penelitian ini dilandasi oleh kebutuhan untuk mengatasi berbagai permasalahan operasional yang dihadapi oleh Toko Barus dalam proses transaksi dan manajemen informasi produk. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada tiga aspek utama. Pertama, bagaimana merancang solusi yang dapat mengurangi kepadatan antrian pelanggan, khususnya pada saat proses pengecekan atau pemindaian produk belanjaan di kasir dengan pendekatan solusi berbasis web. Kedua, bagaimana menyediakan mekanisme yang memungkinkan konsumen memperoleh informasi harga produk secara *real-time* serta mengetahui total belanjaan mereka secara mandiri, tanpa harus melalui proses checkout di kasir atau menanyakan langsung kepada karyawan. Ketiga, bagaimana menggantikan proses pembuatan label harga produk yang selama ini dilakukan secara manual, dengan sistem otomatis yang lebih efisien dan akurat. Ketiga permasalahan tersebut menjadi dasar pengembangan sistem berbasis web dan mobile yang diusulkan dalam penelitian ini, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan di lingkungan ritel.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem web Si-Smart Shop ini mengadopsi pendekatan **kualitatif**, yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kebutuhan sistem melalui pengumpulan data yang bersifat deskriptif dan kontekstual. Terdapat tiga metode utama dalam proses pengumpulan data, yaitu **observasi**, **wawancara**, dan **studi pustaka**. Observasi dilakukan langsung di Toko Barus untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dalam proses belanja dan transaksi, di antaranya penulisan label harga yang masih dilakukan secara manual, ketiadaan keranjang belanja, serta ketidakefisienan saat pelanggan berbelanja dalam jumlah besar. Selanjutnya, wawancara dilakukan dengan pemilik toko untuk memperoleh informasi mendalam terkait alur transaksi harian, mekanisme pembuatan label harga, serta kebutuhan akan sistem yang lebih terstruktur. Di samping itu, studi pustaka dilakukan untuk mengkaji literatur dari buku, jurnal, dan sumber resmi yang relevan sebagai dasar teoretis dan acuan dalam perancangan sistem.

Dalam hal pengembangan perangkat lunak, penelitian ini menggunakan metode **Waterfall**, yang merupakan pendekatan berurutan dalam siklus hidup pengembangan sistem. Metode waterfall banyak digunakan karena proses pengembangan suatu sistem lebih mudah dikontrol[5]. Metode ini dipilih karena struktur tahapannya yang sistematis dan cocok digunakan untuk proyek dengan kebutuhan yang telah didefinisikan secara jelas sejak awal. Tahapan dalam model Waterfall mencakup: (1) analisis kebutuhan, (2) perancangan sistem, (3) implementasi, (4) pengujian, dan (5) pemeliharaan. Setiap tahap dilakukan secara berurutan, di mana keluaran dari satu tahap menjadi masukan bagi tahap berikutnya. Pendekatan ini mendukung proses pengembangan sistem yang terorganisir dan terkendali, serta memungkinkan verifikasi yang menyeluruh pada setiap fase pengembangan.

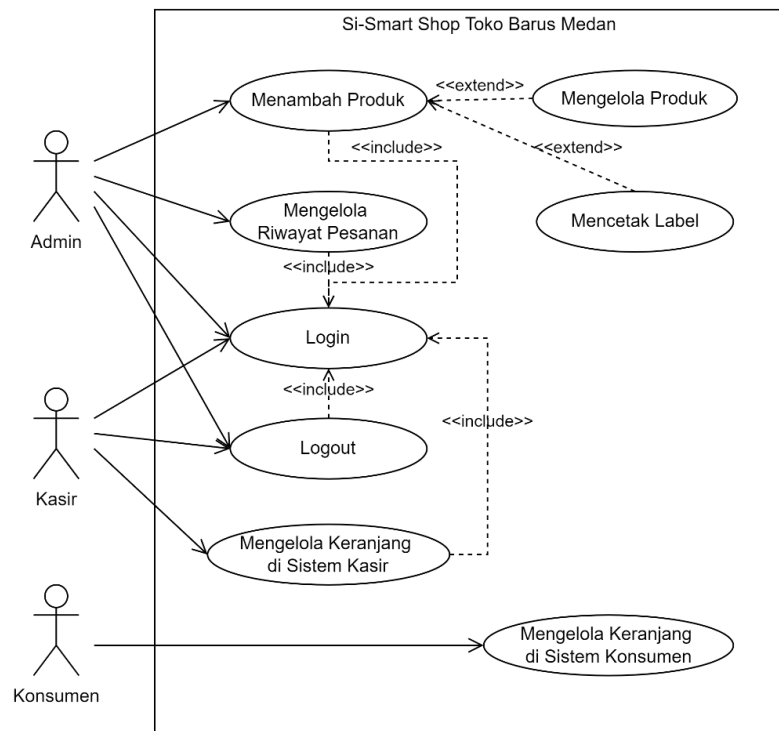
2.1. Tahap Analisis

Analisis sistem merupakan tahapan awal dalam perancangan sistem yang bertujuan untuk

mengidentifikasi secara menyeluruh permasalahan, kebutuhan, serta peluang perbaikan dari sistem yang sedang berjalan. Melalui observasi langsung yang dilakukan di Toko Baru serta wawancara dengan pemilik dan pegawai.

2.2. Tahap Perancangan

Tahap **perancangan sistem** dilakukan dengan menggunakan alat bantu pemodelan *Unified Modeling Language (UML)* guna menggambarkan alur proses dan struktur sistem secara visual. Perancangan dimulai dari pembuatan *use case diagram* untuk mengidentifikasi aktor dan fungsionalitas utama sistem, dilanjutkan dengan rancangan basis data, serta *class diagram* untuk menunjukkan struktur objek dan relasinya. Perancangan antarmuka (*interface design*) juga dilakukan untuk memastikan sistem memiliki tampilan yang intuitif, responsif, dan mudah digunakan baik oleh kasir maupun pelanggan. Keseluruhan proses perancangan ini menjadi landasan penting dalam membangun sistem web Si-Smart Shop yang fungsional.

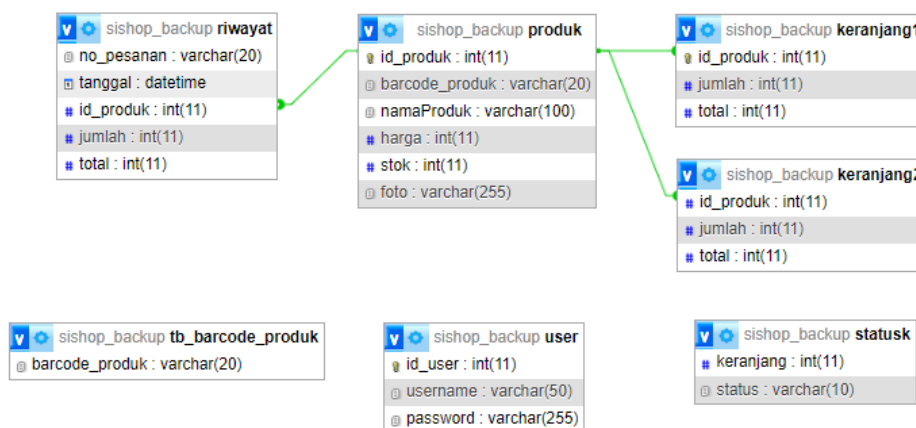


Gambar 1 Use Case Diagram Si-Smart Shop

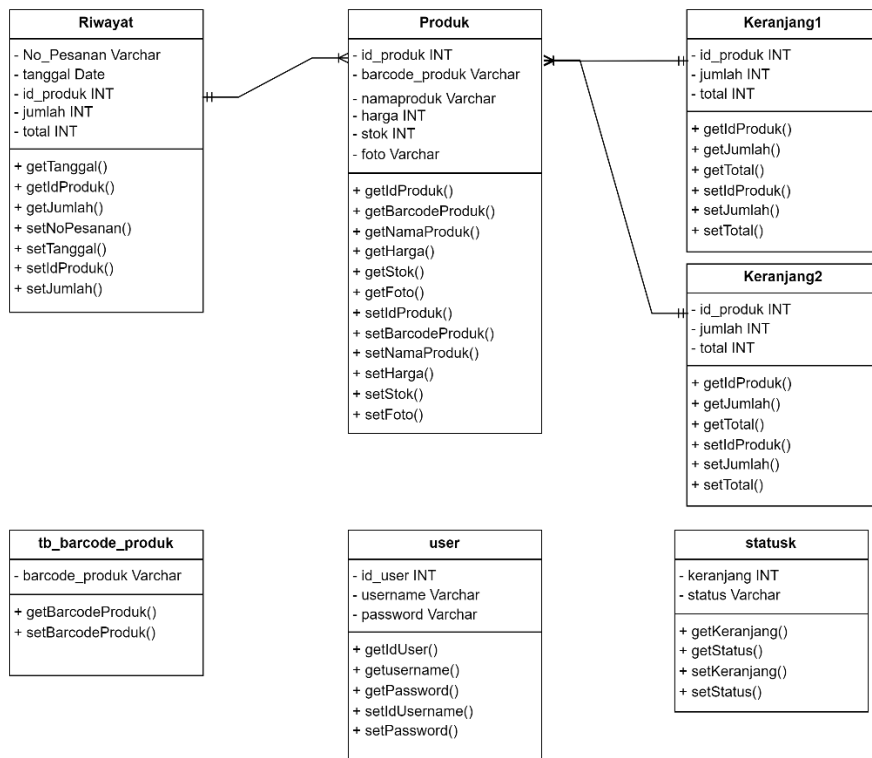
Dalam sistem yang dirancang, terdapat dua aktor utama yang memiliki peran dan fungsionalitas berbeda, yaitu kasir dan konsumen. Kasir berperan sebagai administrator sistem yang memiliki akses penuh terhadap seluruh fitur, seperti menambahkan dan mengedit data produk, mencetak label harga, mengelola keranjang belanja konsumen, serta memantau riwayat pesanan. Untuk dapat mengakses fitur-fitur tersebut, kasir diwajibkan melakukan proses login terlebih dahulu untuk menjamin keamanan dan otorisasi sistem. Sementara itu, konsumen merupakan pengguna yang berbelanja menggunakan *smart shopping cart* yang telah terintegrasi dengan sistem. Konsumen dapat mengakses sistem melalui perangkat seluler untuk melihat daftar produk yang dipindai, mengedit kuantitas barang yang diambil, serta melakukan proses *checkout* secara mandiri.

No	Use Case	Deskripsi	Aktor
1	Login	Use case ini berfungsi sebagai mekanisme autentikasi, di mana aktor diwajibkan melakukan proses login terlebih dahulu untuk memperoleh akses ke halaman utama sistem.	Kasir
2	Menambah Produk	Use case ini memungkinkan kasir untuk menambahkan data produk yang akan dijual ke dalam sistem, sehingga produk tersebut dapat dikelola lebih lanjut dan digunakan sebagai dasar pencetakan label harga.	Kasir
3	Mengelola Produk	Use case ini memberikan kemampuan kepada kasir untuk menampilkan, memodifikasi, dan menyimpan daftar produk yang telah ditambahkan sebelumnya agar selalu sesuai dengan informasi terkini mengenai produk tersebut.	Kasir
4	Mencetak Label	Use case ini digunakan untuk mencetak label produk yang berisi informasi seperti nama dan harga produk, berdasarkan data produk yang telah tersimpan dalam sistem.	Kasir
5	Mengelola Keranjang	Use case ini memungkinkan pengelolaan kuantitas produk yang terdapat dalam keranjang konsumen, termasuk menambah, mengurangi, menghapus, dan menyimpan jumlah produk. Fitur ini bertujuan mencegah kesalahan akibat pemindaian tidak disengaja oleh barcode scanner.	Kasir, Konsumen
6	Mengelola Riwayat Pesanan	Use case ini berfungsi untuk menampilkan dan mengelola data riwayat transaksi yang telah dilakukan oleh konsumen, sebagai referensi historis maupun untuk keperluan evaluasi transaksi.	Kasir
7	Logout	Use case ini digunakan untuk keluar dari sistem, mengakhiri sesi pengguna dari halaman utama aplikasi.	Kasir

Tabel 1 Deskripsi Use Case Diagram



Gambar 2 Rancangan Basis Data



Gambar 3 Class Diagram Si-Smart Shop

Class diagram yang ditampilkan menggambarkan struktur sistem penjualan berbasis web dan mobile yang terdiri dari beberapa entitas utama, yaitu Produk, Keranjang1, Keranjang2, Riwayat, tb_barcode_produk, user, dan statusk.

2.3. Tahap Implementasi

Dalam proses implementasi sistem diperlukan dukungan perangkat keras dan perangkat lunak untuk menunjang kegiatan pengembangan dan pengujian sistem. Perangkat keras yang digunakan terdiri atas satu unit laptop sebagai alat utama untuk pengkodean dan pengelolaan basis data, satu unit smartphone untuk menguji antarmuka pengguna versi mobile, serta tiga unit smart shopping cart yang digunakan sebagai media integrasi dengan sistem melalui pemindaian barcode. Sementara itu, perangkat lunak yang dimanfaatkan meliputi Visual Studio Code sebagai lingkungan pengembangan (*IDE*), XAMPP sebagai server lokal untuk pengujian aplikasi berbasis PHP dan MySQL, Bootstrap sebagai *framework* CSS untuk membangun tampilan antarmuka yang responsif, MySQL sebagai sistem manajemen basis data yang digunakan untuk menyimpan informasi produk dan transaksi, serta Google Chrome sebagai peramban utama dalam melakukan pengujian antarmuka web.

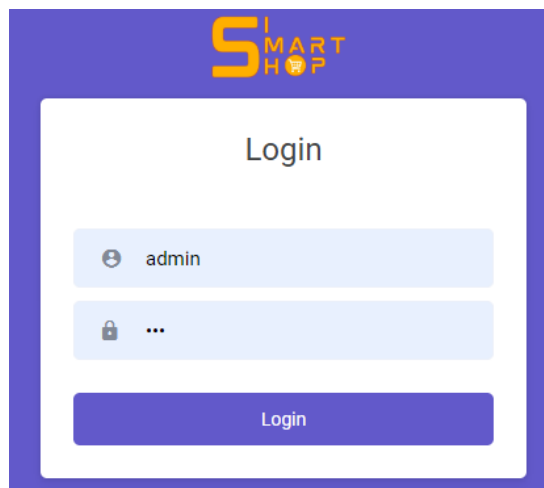
2.4. Tahap Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan metode *blackbox testing*. Metode pengujian blackbox bertujuan menguji fungsionalitas sistem dengan fokus pada input dan output tanpa menganalisis struktur kode internal [6]. Dalam pengujian ini, dibuat test case untuk test skenario yang valid dan tidak valid agar memastikan bahwa sistem dapat menangani berbagai kondisi input dengan tepat. Test case didefinisikan sebagai parameter input yang diimplementasikan terhadap aplikasi yang diuji [7]. *Test case* digunakan untuk mengevaluasi hasil keluaran dari eksekusi program. Test case

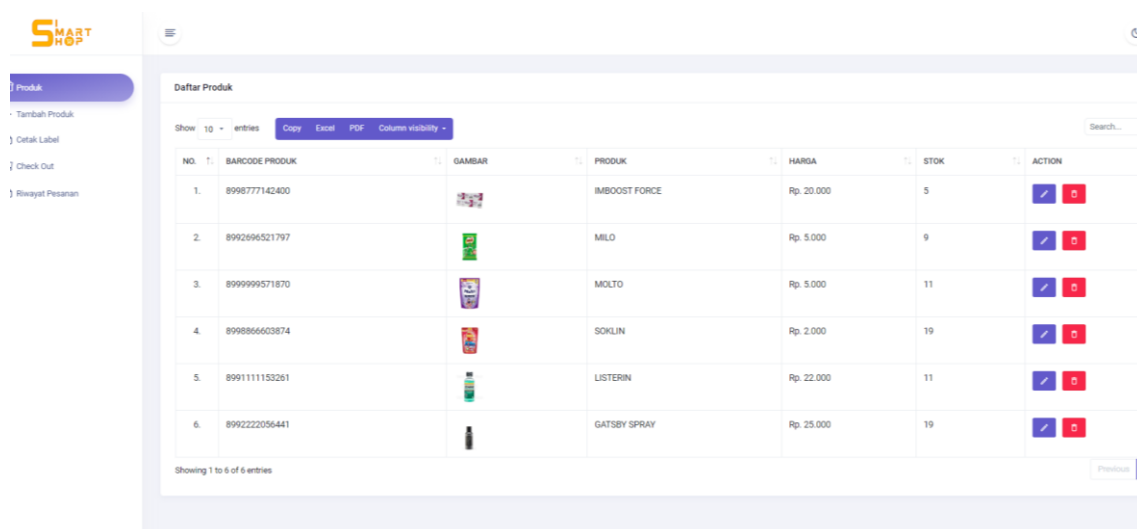
untuk skenario valid dirancang untuk memverifikasi bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan ketika menerima input yang benar dan sesuai format. Sementara itu, test case untuk skenario tidak valid bertujuan untuk menguji ketahanan sistem dalam menangani input yang salah, tidak lengkap, atau di luar batas yang diizinkan, sehingga dapat dipastikan bahwa sistem mampu memberikan respons error yang tepat dan tidak mengalami kegagalan yang tidak terduga.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki beberapa batasan fungsional yaitu sistem hanya dapat diakses melalui perangkat komputer seperti smartphone dan komputer menggunakan peramban (*browser*). Sistem yang diusulkan terdiri atas dua bagian utama yaitu sistem untuk kasir dan sistem untuk konsumen. Pada sisi kasir, sistem menyediakan halaman *dashboard setelah berhasil melakukan login* yang meliputi beberapa fitur yaitu tambah produk, cetak label harga, pengelolaan riwayat pesanan mengelola produk, mengelola keranjang pada menu check out sehingga mendukung proses pembayaran yang lebih cepat.

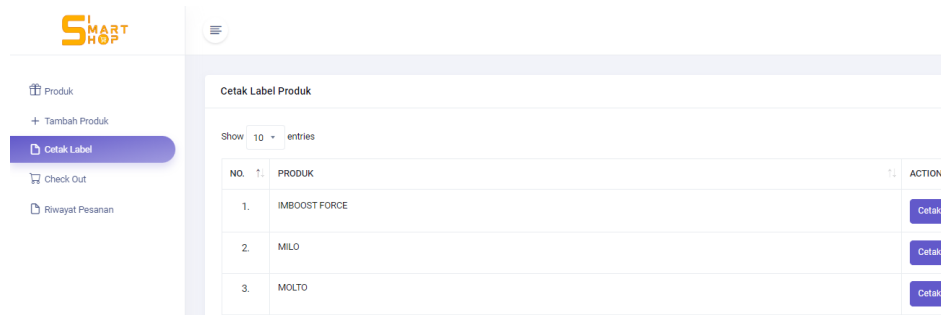


Gambar 4 Halaman Login Untuk Kasir

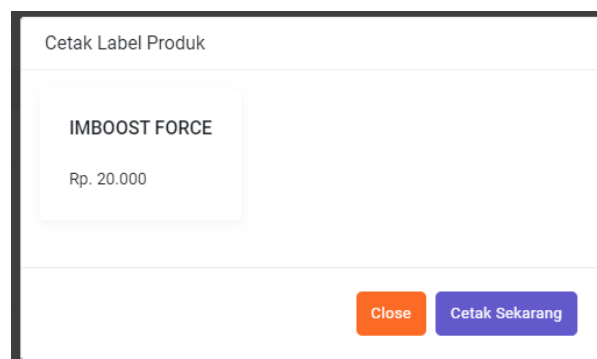


Gambar 5 Halaman Dasboard Kasir

Halaman Cetak Label dirancang untuk menampilkan daftar produk secara komprehensif yang dilengkapi dengan fitur pencarian guna mempermudah pengguna dalam menemukan item yang diinginkan. Setiap entri produk disertai dengan tombol perintah untuk mencetak label. Ketika tombol tersebut diaktifkan, sistem akan menampilkan jendela pratinjau (*preview*) label produk yang telah dipilih. Pada jendela ini, pengguna diberikan dua opsi: mencetak label dalam format PDF atau membatalkan proses pencetakan melalui tombol Close. Mekanisme ini mendukung fleksibilitas dan efisiensi dalam pembuatan label harga, serta memastikan akurasi informasi yang tercetak sebelum dilakukan produksi fisik.

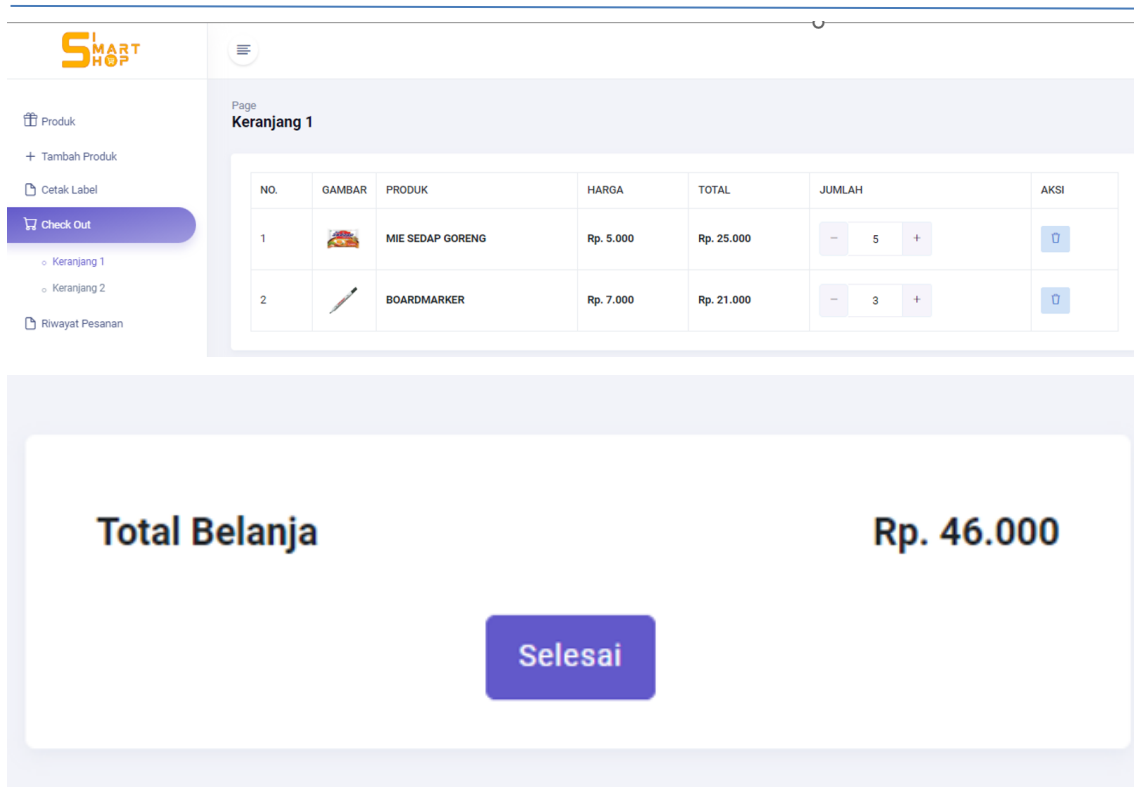


Gambar 6 Halaman Cetak Label



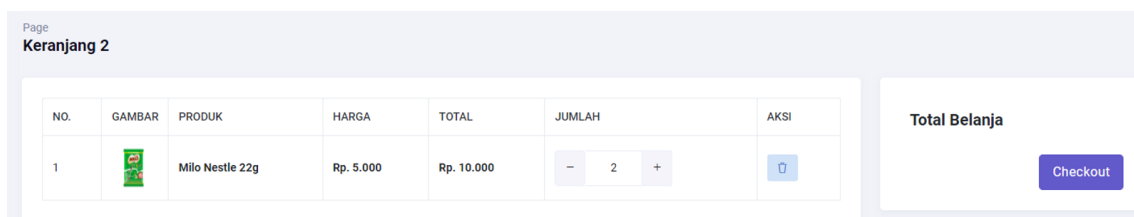
Gambar 7 Jendela Pratinjau Cetak Label

Halaman ini Check Out merepresentasikan fungsi pengelolaan keranjang konsumen yang telah difinalisasi melalui fungsi checkout mandiri pada sistem Si-Smart Shop. Halaman ini menyajikan daftar produk yang telah dipindai menggunakan perangkat *smart shopping cart*, serta memungkinkan kasir melakukan tinjauan akhir sebelum transaksi diselesaikan. Seluruh item yang dipilih oleh konsumen ditampilkan secara terperinci, mencakup nama produk, jumlah, dan harga. Selain berfungsi sebagai verifikasi akhir, halaman ini juga menyediakan fitur bagi kasir untuk menyesuaikan kuantitas produk apabila terdapat permintaan perubahan dari konsumen. Sebagai bagian dari alur transaksi, halaman ini dilengkapi dengan opsi untuk menyelesaikan proses pembelian melalui tombol konfirmasi akhir, yang menandai bahwa seluruh transaksi siap untuk diproses dan dicatat ke dalam sistem sebagai bagian dari riwayat pembelian. Pendekatan ini memungkinkan proses pembayaran berjalan lebih terstruktur, akurat, dan terdokumentasi dengan baik.



Gambar 8 Halaman Check Out di Sisi Kasir

Sementara itu, pada sisi konsumen, sistem Si-Smart Shop dapat diakses melalui perangkat seluler dengan memindai tautan (*link*) yang terpasang pada perangkat *smart shopping cart*. Sistem ini memungkinkan konsumen untuk memperoleh informasi harga secara *real-time*, mengelola jumlah produk dalam keranjang, serta memantau total estimasi belanja secara langsung. Ketika konsumen mengambil suatu produk, barcode produk tersebut dapat dipindai menggunakan *scanner* yang terpasang pada *smart cart*. Hasil pemindaian akan secara otomatis menampilkan nama dan harga produk pada layar LCD serta dalam tampilan sistem web konsumen.



Gambar 9 Halaman Pengelolaan Keranjang Belanja di Si-Smart Shop



Gambar 10 Layar LCD Menampilkan harga produk

Sistem ini juga menyediakan fitur untuk menambah, mengurangi, maupun menghapus item dalam keranjang. Setiap produk yang berhasil dipindai akan secara otomatis mengurangi jumlah stok di dalam basis data, sehingga mendukung akurasi pengelolaan persediaan. Proses *checkout* dapat dilakukan langsung oleh konsumen melalui antarmuka sistem web; setelah proses *checkout* dikonfirmasi, sistem akan menonaktifkan kemampuan untuk menambah item baru ke dalam keranjang yang sama, sehingga mendorong kontrol transaksi yang lebih tertib. Data dari keranjang yang telah di-*checkout* akan dikirim ke sistem kasir untuk proses pembayaran akhir. Setelah transaksi selesai, data keranjang tersebut akan secara otomatis dihapus dari sistem aktif dan disimpan dalam modul riwayat pembelian untuk keperluan pencatatan dan pelacakan transaksi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi operasional, tetapi juga mendorong adopsi teknologi digital dalam skala ritel dengan mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan dan kestabilan proses transaksi.

Page
Keranjang 2

NO.	GAMBAR	PRODUK	HARGA	TOTAL	JUMLAH	AKSI
1		Milo Nestle 22g	Rp. 5.000	Rp. 10.000	- 2 +	0

Total Belanja Rp. 10.000

Checkout

Selain batasan fungsional yang telah diuraikan sebelumnya, terdapat beberapa keterbatasan teknis pada sistem yang dikembangkan. Proses identifikasi produk dalam sistem dilakukan melalui pemindaian barcode, yang hanya mencakup informasi dasar produk seperti nama dan harga. Untuk produk dengan jenis yang sama, pengelolaan cukup dilakukan melalui pembaruan jumlah stok tanpa perlu penambahan entri baru. Namun, perlu dicatat bahwa barcode tidak mengandung informasi terkait tanggal kedaluwarsa, sehingga pembaruan stok untuk produk yang tidak lagi layak konsumsi tetap harus dilakukan secara manual oleh kasir. Di sisi lain, sistem ini belum menyediakan dukungan untuk fitur pembayaran digital, sehingga seluruh proses pembayaran harus diselesaikan secara langsung di kasir. Kondisi ini dapat menimbulkan antrean, khususnya pada jam-jam sibuk, serta mengurangi efisiensi proses *checkout*. Selain itu, sistem belum terintegrasi dengan perangkat cetak struk otomatis; apabila diperlukan, rincian transaksi dapat dicetak secara manual menggunakan kertas HVS melalui komputer atau dituliskan secara langsung oleh kasir, yang berpotensi meningkatkan beban kerja serta mengurangi profesionalitas layanan. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan untuk pengembangan sistem di masa mendatang.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode blackbox testing, yaitu pendekatan pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem berdasarkan input dan output yang dihasilkan, tanpa memeriksa struktur internal kode program (Pressman, 2010).

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Dalam konteks penelitian ini, sebanyak 42 skenario pengujian (test case) dikembangkan yang mencakup skenario positif dan negatif, termasuk di dalamnya uji validasi terhadap masukan benar (*valid input*) maupun salah (*invalid input*), untuk menguji ketahanan dan keandalan sistem. Pengujian dilakukan pada berbagai komponen sistem, antara lain halaman login, dashboard produk, edit dan tambah produk, cetak label, checkout keranjang kasir dan konsumen, serta modul riwayat pesanan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur yang diuji berhasil lolos uji, termasuk validasi input form (seperti penolakan data kosong saat tambah produk), fungsi tombol (edit, hapus, simpan, checkout), dan akurasi tampilan data pada halaman riwayat dan detail transaksi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem Si-Smart Shop telah memenuhi kriteria fungsional secara menyeluruh dan siap digunakan sesuai kebutuhan operasional toko.

Evaluasi terhadap sistem Si-Smart Shop dilakukan untuk meninjau aspek fungsionalitas serta keterbatasannya setelah diimplementasikan untuk mengidentifikasi area yang masih membutuhkan pengembangan lanjutan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pemilik serta pengguna di Toko Barus sistem Si-Smart Shop menunjukkan beberapa keunggulan untuk ritel skala kecil hingga menengah. Pertama, dari sisi efisiensi operasional, fitur cetak label mempercepat proses pembuatan label harga dan mengurangi potensi kesalahan akibat penulisan manual. Kedua, integrasi sistem dengan perangkat *smart shopping cart* memungkinkan konsumen melakukan pemindaian produk secara mandiri, sehingga kasir hanya perlu memproses pembayaran akhir. Hal ini berkontribusi terhadap pengurangan waktu tunggu dan potensi kepadatan antrian. Ketiga, sistem ini meningkatkan transparansi harga dengan menyediakan informasi harga yang akurat dan terkini langsung kepada konsumen melalui antarmuka berbasis web. Keempat, sistem juga mendukung pengalaman belanja yang lebih terkustomisasi, di mana konsumen memiliki kendali penuh atas jumlah produk yang dibeli dan dapat memantau total pembelanjaan secara *real-time*, yang pada akhirnya meningkatkan kenyamanan dan kepuasan dalam proses berbelanja.

Penelitian ini menggunakan dua unit keranjang smart shopping yang telah diimplementasikan di Toko Barus, dengan kebutuhan pengembangan infrastruktur meliputi barcode scanner, modul IoT, server, dan konektivitas internet yang dapat menjadi keunggulan kompetitif meskipun memerlukan alokasi sumber daya operasional. Lebih lanjut, sistem saat ini belum menyediakan integrasi dengan metode pembayaran digital, sehingga transaksi masih dilakukan secara manual di kasir, yang pada kondisi tertentu tetap dapat menyebabkan antrean sehingga ke depannya perlu dipertimbangkan penambahan fungsionalitas yang mendukung pembayaran digital. Terakhir, aspek keamanan data perlu menjadi perhatian serius, mengingat sistem berbasis web rentan terhadap serangan siber dan kebocoran data. Oleh karena itu, penguatan protokol keamanan dan kebijakan privasi menjadi komponen penting dalam pengembangan lanjutan sistem.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem Si-Smart Shop sebagai solusi inovatif untuk mendukung operasional toko ritel skala kecil hingga menengah dengan memanfaatkan teknologi smart shopping cart dan antarmuka berbasis web. Hasil pengujian blackbox testing terhadap 42 skenario menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas sistem telah memenuhi kriteria operasional yang ditetapkan, dengan keunggulan utama berupa peningkatan efisiensi melalui fitur cetak label otomatis, pengurangan waktu tunggu konsumen melalui self-scanning, dan transparansi harga real-time yang meningkatkan kepuasan pelanggan. Meskipun demikian, sistem masih memiliki limitasi pada aspek integrasi pembayaran digital, pengelolaan produk dengan

tanggal kedaluwarsa, dan keamanan data yang memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk mengoptimalkan performa dan keamanan sistem secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Htway and A. W. Mon, "Design and Implementation of Smart Trolley for Automatic Billing System," *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, vol. Volume-2, no. Issue-5, 2018, doi: 10.31142/ijtsrd18347.
- [2] F. Mariam, N. N. S P, G. B S, and P. G. B S, "Design and Implementation of Smart Shopping Trolley with Mobile Cart Application," *International Journal of Engineering Research in Computer Science and Engineering*, vol. 9, no. 7, 2022, doi: 10.36647/ijercse/09.07.art017.
- [3] A. K. S. Al-Hakmani and A. Sajan, "Design and Implementation of a Smart Shopping Trolley Using RFID Technology," *Journal of Student Research*, 2020, doi: 10.47611/jsr.vi.978.
- [4] Ms. Sonali Mortale, Shivjeet Kachare, Meghraj Satav, Riya Sakhare, and Riya Sakhare, "Smart Trolley Billing System," *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 2023, doi: 10.48175/ijarsct-9220.
- [5] D. T. Haniva, J. A. Ramadhan, and A. Suharso, "Systematic Literature Review Penggunaan Metodologi Pengembangan Sistem Informasi Waterfall, Agile, dan Hybrid," *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.26740/jieet.v7n1.p36-42.
- [6] W. N. Cholifah, Y. Yulianingsih, and S. M. Sagita, "Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap," *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 3, no. 2, p. 206, Dec. 2018, doi: 10.30998/string.v3i2.3048.
- [7] N. Setiani, R. Ferdiana, and R. Hartanto, "Test case understandability model," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 169036–169046, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022876.