

Sistem Manajemen Stok Percetakan Menggunakan Algoritma FIFO dan Model Martingale Berbasis Web

Safridha Audi Apriliasunfity*, Dedi Gunawan

Teknik Informatika, Komunikasi dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

Email: ¹*l200220019@student.ums.ac.id, ²dedi.gunawan@ums.ac.id

Email Penulis Korespondensi: l200220019@student.ums.ac.id*

Submitted: 07/01/2026; Accepted: 22/01/2026; Published: 31/03/2026

Abstrak– Perkembangan teknologi informasi mendorong usaha percetakan untuk meningkatkan efisiensi operasional melalui sistem berbasis *website*. Namun, CV 2 Audi Digital *Printing* masih mengelola pemesanan dan persediaan bahan baku secara manual, sehingga menyebabkan pencatatan kurang akurat, potensi selisih stok, dan keterlambatan pemesanan bahan saat permintaan meningkat. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pemesanan dan manajemen bahan percetakan berbasis *website* yang mengintegrasikan algoritma *First In First Out* (FIFO) dan *Martingale Model* dalam manajemen stok serta dilengkapi *Early Warning System* berbasis notifikasi *WhatsApp*. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan pendekatan *Waterfall*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengelola pemesanan dan persediaan bahan baku secara terintegrasi serta memberikan notifikasi otomatis saat stok mendekati batas minimum. Pengujian *Black Box* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik, sedangkan evaluasi *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata 79 dengan kategori *Good*, yang menandakan sistem layak digunakan dan mampu meningkatkan efisiensi operasional usaha percetakan.

Kata Kunci: *fifo*, *martingale model*; notifikasi; pengelolaan stok; *website* percetakan online.

Abstract– The development of information technology has encouraged printing businesses to improve operational efficiency through the use of *website*-based systems. However, CV 2 Audi Digital *Printing* still manages order processing and raw material inventory manually, resulting in inaccurate record-keeping, potential stock discrepancies, and delays in material procurement during periods of increased demand. This study aims to design and implement a *web*-based printing order and inventory management system that integrates the *First In First Out* (FIFO) algorithm and the *Martingale Model* for stock management, complemented by an *Early Warning System* using *WhatsApp* notifications. The system was developed using the *Software Development Life Cycle* (SDLC) methodology with a *Waterfall* approach. The results indicate that the system is able to manage orders and raw material inventory in an integrated manner and provide automatic notifications when stock levels approach the minimum threshold. *Black Box* testing shows that all system functions operate correctly, while usability evaluation using the *System Usability Scale* (SUS) yields an average score of 79 in the *Good* category, indicating that the system is feasible for use and capable of improving the operational efficiency of printing businesses.

Keywords: *fifo*, *martingale model*; notification; stock management; online printing *website*.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di era digital telah mendorong pelaku usaha, termasuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), untuk beradaptasi dalam meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing. Namun, CV 2 Audi Digital *Printing* masih mengandalkan sistem pemesanan manual, sehingga pencatatan menjadi kurang teratur, pengendalian stok sulit dilakukan, dan jangkauan promosi belum optimal. Berdasarkan data awal hasil observasi selama satu tahun, tercatat rata-rata keterlambatan pemesanan bahan baku bisa mencapai 10 kali dalam setahun, serta ditemukan selisih stok antara catatan dan stok fisik pada beberapa jenis bahan dengan kisaran 5–10%. Kondisi tersebut berdampak pada terhambatnya proses produksi dan pelayanan kepada pelanggan. Tantangan semakin besar karena penentuan jumlah bahan baku menjadi aspek penting dalam manajemen perusahaan, sebab pengelolaan persediaan yang efektif dapat meningkatkan efisiensi biaya dengan menekan jumlah stok yang berlebih.

Pemanfaatan *website* telah banyak diterapkan oleh UMKM sebagai sarana penyediaan informasi dan transaksi secara daring [1], [2]. Penelitian sebelumnya di sektor percetakan menunjukkan bahwa penggunaan *website* mampu meningkatkan kualitas layanan dan mempermudah pelanggan dalam melakukan pemesanan, sekaligus membantu pengusaha mengelola data produk serta laporan penjualan dengan lebih efisien [3]. Namun, penerapan *website* dalam industri percetakan, khususnya yang dilengkapi fitur manajemen stok yang kompleks, masih terbatas dan membutuhkan pengembangan lebih lanjut. Keterbatasan tersebut terutama terlihat pada minimnya integrasi antara proses pemesanan, pengelolaan persediaan, serta sistem pendukung pengambilan keputusan secara otomatis.

Penelitian terdahulu telah membahas pengembangan sistem informasi manajemen percetakan berbasis *website* untuk meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi pengelolaan data. G. M. Rahir merancang sistem informasi manajemen percetakan Sendiko berbasis *website* dengan pendekatan perancangan sistem terstruktur dan pemodelan menggunakan Unified Modeling Language (UML), yang terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi data [4]. J. A. Fandopa and N. Santoso mengembangkan sistem informasi percetakan berbasis *website*

pada Gajayana Digital *Printing* Kota Malang menggunakan metode *Waterfall* dengan fokus pada pengelolaan data pesanan, penjualan, dan pelaporan operasional [5]. Namun, kedua penelitian tersebut masih berfokus pada digitalisasi dan pencatatan operasional, tanpa mengintegrasikan algoritma pengendalian persediaan atau sistem peringatan dini untuk mendukung pengambilan keputusan stok secara adaptif.

Dalam konteks pengelolaan persediaan bahan baku, Indroyono *et al.* menerapkan metode *Fuzzy Sugeno* untuk menentukan jumlah pembelian berdasarkan data historis jangka panjang. Pendekatan tersebut efektif dalam menghasilkan proyeksi kebutuhan bahan baku secara periodik, namun cenderung kurang responsif terhadap perubahan pemakaian aktual dalam jangka pendek serta belum difokuskan sebagai mekanisme peringatan dini terhadap risiko kehabisan stok [6]. Di sisi lain, Setitit *et al.* mengkaji penerapan metode *First In First Out* (FIFO) sebagai pendekatan yang efektif dalam mengurangi risiko kerusakan bahan baku dan meningkatkan efisiensi biaya operasional. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih menerapkan FIFO secara manual atau terpisah, tanpa integrasi ke dalam sistem informasi berbasis *website* yang mendukung pengambilan keputusan secara otomatis [7]. Selain itu, Aryani dan Ali menunjukkan bahwa penerapan metode *First In First Out* (FIFO) pada tersebut masih bersifat reaktif dan berdiri sebagai algoritma tunggal, tanpa integrasi dengan model pengambilan keputusan adaptif maupun sistem peringatan dini berbasis notifikasi *real-time* yang mendukung pengendalian persediaan secara proaktif [8].

Berdasarkan uraian kondisi lapangan serta kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat keterbatasan dalam pengembangan sistem pemesanan dan manajemen bahan percetakan yang tidak hanya berfokus pada digitalisasi proses, tetapi juga mendukung pengendalian persediaan secara adaptif dan terintegrasi. Selain itu, pemanfaatan sistem peringatan dini berbasis notifikasi memberikan nilai tambah yang signifikan dibandingkan sistem inventori konvensional. Notifikasi yang dikirimkan secara otomatis kepada pihak manajemen memungkinkan tindakan preventif dilakukan sebelum kondisi stok mencapai titik kritis. Pendekatan ini mendukung pergeseran paradigma pengelolaan persediaan dari yang bersifat reaktif menjadi proaktif, sehingga perusahaan dapat mengantisipasi gangguan operasional secara lebih efektif. Integrasi notifikasi *WhatsApp* dipilih karena tingkat adopsinya yang tinggi di kalangan pelaku UMKM, sehingga informasi dapat diterima dengan cepat tanpa memerlukan infrastruktur tambahan yang kompleks. Pendekatan ini juga membantu meningkatkan ketepatan perencanaan pengadaan bahan baku serta meminimalkan potensi terjadinya kekurangan stok mendadak.

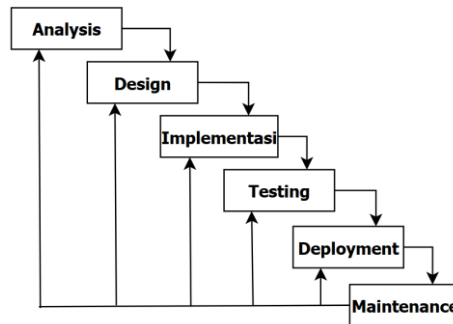
Dengan demikian dibutuhkan sistem berbasis *website* yang mengintegrasikan Algoritma FIFO dan *Martingale Model* secara bersamaan sebagai mekanisme pengelolaan stok dan sistem peringatan dini. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi metodologis melalui integrasi Algoritma *First In First Out* (FIFO) dan *Martingale Model* dalam sistem pemesanan dan manajemen bahan percetakan berbasis *website* sebagai mekanisme pengelolaan persediaan bahan baku yang adaptif. Selain itu, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem dengan menghadirkan Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) berbasis notifikasi *WhatsApp* untuk membantu manajemen dalam mengantisipasi kekurangan stok secara proaktif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma *First In First Out* (FIFO) dan *Martingale Model*. Algoritma FIFO digunakan untuk mengatur urutan penggunaan bahan baku berdasarkan waktu masuk, sedangkan *Martingale Model* digunakan untuk menentukan target stok dan rekomendasi pembelian secara adaptif berdasarkan pola pemakaian sebelumnya. Kedua metode ini menjadi inti dalam penyelesaian permasalahan pengelolaan stok bahan baku pada CV 2 Audi Digital *Printing*. Pada bagian ini dipaparkan tahapan penelitian yang dilakukan secara terstruktur, mulai dari pengembangan sistem hingga proses evaluasi yang diterapkan. Sistem dikembangkan, diimplementasikan, dan diuji untuk mengevaluasi kinerja fungsional serta tingkat kegunaan sistem dalam mendukung pengelolaan stok bahan baku pada usaha percetakan.

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam pengembangan perangkat lunak, diperlukan kerangka kerja terstruktur yang mengatur setiap tahap, yaitu *Software Development Life Cycle* (SDLC). SDLC mencakup proses sistematis yang mengubah kebutuhan menjadi produk perangkat lunak yang utuh [9]. Salah satu model SDLC yang banyak digunakan adalah metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* dipilih karena memiliki alur yang sederhana, sistematis, serta mampu meminimalkan kesalahan desain. Pandangan ini diperkuat oleh [10] yang menyebutkan bahwa *Waterfall* merupakan pendekatan klasik yang berurutan dan terdokumentasi dengan baik. Gambar 1 menunjukkan tahapan metode *Waterfall* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahap Metode Waterfall

2.2 Analysis

Tahap ini bertujuan untuk mengenali dan menilai berbagai permasalahan serta hambatan yang ada, kemudian menentukan solusi yang tepat agar proses pengembangan teknologi dapat berjalan secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Pengumpulan dan identifikasi data dilakukan melalui kegiatan observasi serta wawancara untuk memahami kebutuhan pengguna dan alur proses [11]. Pada tahap ini, kebutuhan dibedakan menjadi dua, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan nonfungsional.

2.2.1 Kebutuhan Fungsional

- Login & Register*: Pengguna dapat mendaftar dan masuk, admin mengelola akun.
- Pemesanan Online*: Pengguna memesan produk dan mengunggah desain.
- Manajemen Produk*: Admin menambah, mengubah, menghapus, dan menampilkan produk.
- Manajemen Stok*: Sistem menerapkan Algoritma FIFO untuk penggunaan bahan dan *Martingale Model* untuk prediksi kebutuhan stok.
- Notifikasi WhatsApp*: Peringatan otomatis saat stok minim.
- Pembayaran & Ongkir*: Terintegrasi dengan *Midtrans* dan *RajaOngkir*.
- Laporan & Dashboard*: Admin memantau transaksi, stok, dan penjualan.

2.2.2 Kebutuhan Non Fungsional

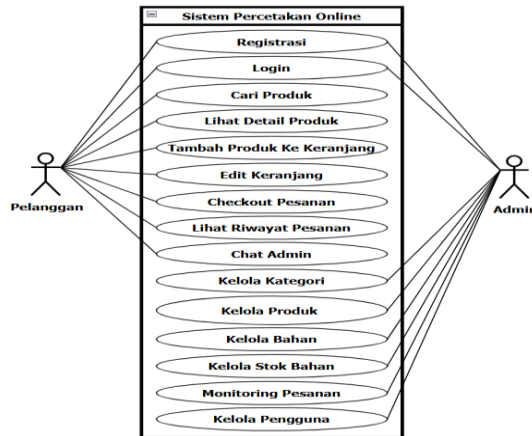
- Keamanan*: Data dienkripsi (AES/RSA), *password* dengan SHA-256.
- Kinerja*: Sistem menampilkan data dan memproses transaksi dengan cepat dan stabil.
- Usability*: Tampilan responsif dan mudah digunakan di semua perangkat.
- Portabilitas*: *Website* berjalan baik di browser umum (Chrome, Firefox, Edge, dll.).
- Maintainability*: Kode sistem modular (*CRUD*) sehingga mudah diperbarui dan dikembangkan.

2.3 Design

Tahap desain dilaksanakan sebelum proses implementasi dimulai dengan tujuan memberikan gambaran mengenai bentuk dan alur kerja sistem yang akan dikembangkan [12]. Pada tahap ini mencakup beberapa komponen utama, yaitu perancangan kebutuhan sistem, perancangan basis data, serta *wireframe*.

2.3.1 Use Case Diagram

Use case diagram berfungsi sebagai media untuk merepresentasikan perilaku sistem. Melalui diagram ini dapat digambarkan interaksi yang terjadi antara aktor dan sistem yang dirancang [13]. Adapun susunan sistem yang dibangun dapat dilihat seperti Gambar 2 yang menunjukkan *use case diagram*.

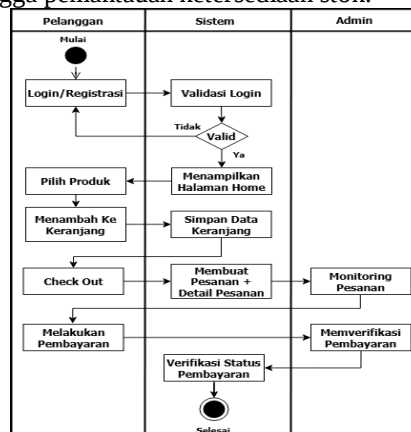


Gambar 2. Use Case Diagram

Berdasarkan Gambar 2, sistem percetakan online memiliki dua aktor utama, yaitu pelanggan dan admin. Pelanggan dapat melakukan registrasi, memilih produk, dan melakukan pembayaran, sedangkan admin mengelola data produk, stok bahan, dan pesanan. Diagram ini menunjukkan hubungan antara kedua aktor dengan sistem serta fungsi utama yang mendukung operasional percetakan berbasis *website*.

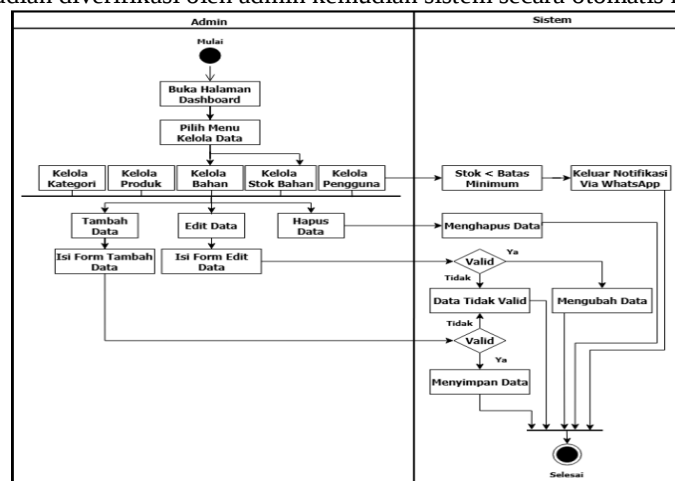
2.3.2 Activity Diagram

Activity diagram berfungsi untuk memvisualisasikan alur aktivitas atau proses kerja yang terjadi di dalam sistem. Diagram ini menjelaskan urutan tindakan yang dilakukan oleh aktor dari awal hingga akhir proses, seperti *login*, penambahan data barang, hingga pemantauan ketersediaan stok.



Gambar 3. Activity Diagram Pelanggan

Berdasarkan Gambar 3, pelanggan dapat melakukan registrasi atau *login* untuk mengakses sistem, memilih produk percetakan, menambahkannya ke keranjang, melakukan *checkout*, serta menyelesaikan pembayaran yang kemudian diverifikasi oleh admin kemudian sistem secara otomatis menyimpan data pesanan.

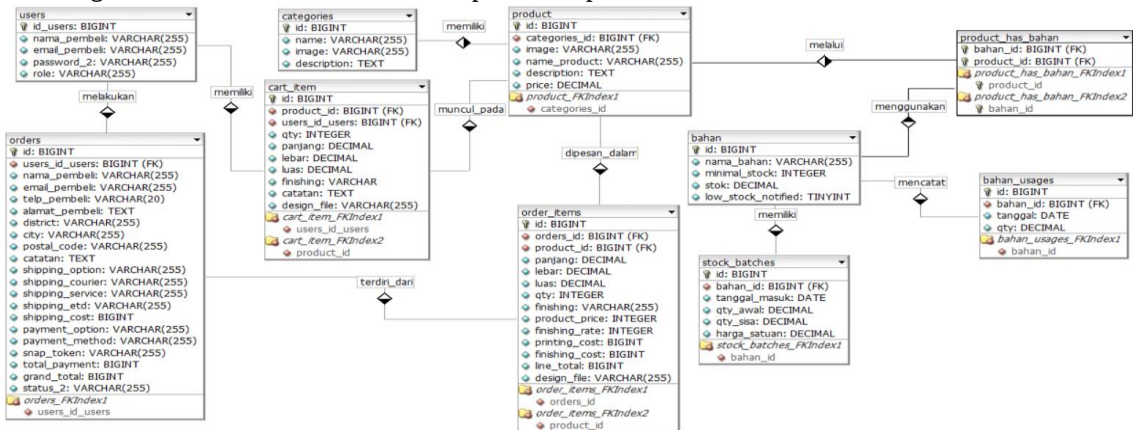


Gambar 4. Activity Diagram Admin Kelola Data

Pada Gambar 4, admin dapat mengelola data melalui *dashboard* dengan memilih menu Kelola Data yang mencakup kategori, produk, bahan, stok bahan, dan pengguna. Sistem akan memvalidasi setiap input untuk menjaga keakuratan informasi serta mengirim notifikasi melalui *WhatsApp* apabila stok bahan mencapai batas minimum.

2.3.3 Physical Entity Relationship Diagram (PERD)

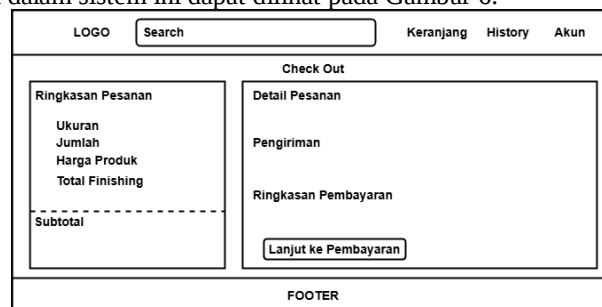
Physical Entity Relationship Diagram (PERD) digunakan untuk merancang dan memvisualisasikan struktur database, sehingga setiap data dalam sistem memiliki tempat dan hubungan yang jelas antarentitas. Gambaran hubungan antarentitas dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Physical Entity Relationship Diagram

2.3.4 Wireframe

Wireframe halaman produk ini menggambarkan rancangan tampilan sistem pemesanan cetak online yang terdiri atas *header*, *form* pemesanan, dan *footer* berisi informasi CV 2 Audi Digital. Gambaran rancangan antarmuka halaman produk dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Wireframe Halaman Pemesanan

2.4 Implementasi

Pada tahap ini, sistem dikembangkan dengan membagi perangkat lunak menjadi beberapa modul kecil yang saling terintegrasi untuk membentuk satu kesatuan sistem yang utuh. Proses implementasi dijalankan dengan memanfaatkan *XAMPP* sebagai lingkungan pengembangan lokal yang terdiri dari *Apache*, *MySQL*, dan *PHP*. Dalam tahap ini menggunakan algoritma *First In First Out* (FIFO) dan *Martingale Model* untuk mendukung manajemen stok bahan baku. Algoritma FIFO digunakan untuk memastikan bahan yang pertama kali masuk digunakan terlebih dahulu, sehingga mencegah penumpukan dan menjaga keteraturan penggunaan persediaan [14]. Secara konseptual, logika FIFO dapat dinyatakan dengan rumus (1)

$$S_{out} = S_{in(1)} \quad (1)$$

dengan S_{out} merupakan stok yang dikeluarkan, dan $S_{in(1)}$ adalah stok yang pertama kali masuk gudang.

Sementara itu, *Martingale Model* diterapkan untuk menyesuaikan jumlah pemesanan bahan berdasarkan perubahan permintaan, dengan prinsip bahwa permintaan di periode berikutnya dipengaruhi oleh realisasi permintaan sebelumnya [15]. Rumus umum yang digunakan dalam persamaan (2)

$$Q_{t+1} = Q_t + k(D_t - Q_t) \quad (2)$$

Keterangan:

Q_{t+1} = Jumlah pesanan bahan pada periode berikutnya,

Q_t = Jumlah pesanan bahan saat ini,

D_t = Permintaan aktual pada periode saat ini, dan

k = Konstanta penyesuaian.

Pada sistem yang dikembangkan, nilai Q_t diasumsikan bernilai nol, karena sistem difokuskan sebagai *Early Warning System* dan target stok ditentukan langsung dari tren pemakaian terbaru. Dengan asumsi $Q_t = 0$, maka rumus *Martingale* dalam persamaan (3)

$$\begin{aligned} Q_{t+1} &= Q_t + k(D_t - Q_t) \\ &= 0 + k(D_t - 0) \\ &= k \cdot D_t \end{aligned} \quad (3)$$

Sehingga diperoleh rumus target stok *Martingale* yang digunakan sistem yaitu dalam persamaan (4)

$$T_m = k \cdot D \quad (4)$$

Keterangan:

T_m = Target stok *Martingale*

D = Total pemakaian bahan dalam periode pengamatan (7 hari)

Agar stok tidak berada di bawah batas aman, sistem membandingkan hasil *Martingale* dengan minimal stok pada master bahan dalam persamaan (5)

$$T = \max(T_m, S_{min}) \quad (5)$$

Keterangan:

T = Target stok akhir

S_{min} = Minimal stok yang ditentukan pada master bahan

Target stok akhir inilah yang digunakan sistem sebagai *buffer stok* ideal. Jika stok aktual saat ini adalah S , maka rekomendasi pembelian dihitung dalam persamaan (6)

$$R = \max(0, T - S) \quad (6)$$

Keterangan:

R = Rekomendasi pembelian

S = Stok aktual (hasil FIFO)

Kombinasi kedua metode tersebut menghasilkan sistem yang mampu memberikan notifikasi peringatan dini melalui *WhatsApp* ketika stok mencapai batas minimum, sehingga manajer dapat mengambil tindakan proaktif untuk menjaga stabilitas operasional perusahaan [16].

2.5 Testing

Tahap ini berfokus pada proses pengujian sistem guna memastikan bahwa hasil pengembangan telah memenuhi kebutuhan yang ditentukan [17]. Metode *Black Box* digunakan dalam pengujian, yaitu metode pengujian yang memverifikasi hasil eksekusi aplikasi berdasarkan data uji yang diberikan guna memastikan bahwa fungsi-fungsi dalam aplikasi telah berjalan sesuai dengan persyaratan (*requirement*) [18]. Evaluasi tingkat kegunaan sistem dilakukan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) karena metode ini efisien dalam jumlah responden, waktu, dan biaya, serta mampu menilai kemudahan penggunaan dan penerimaan sistem oleh pengguna.

2.6 Deployment

Deployment adalah proses di mana aplikasi yang telah selesai dibuat dan diuji akan ditempatkan pada server produksi secara otomatis setelah repositori aplikasi terintegrasi dengan server. Proses ini bertujuan untuk memastikan aplikasi dapat berjalan dengan stabil dan konsisten di lingkungan produksi.

2.7 Maintenance

Tahap ini mencakup kegiatan pemantauan sistem secara berkala. Apabila selama proses pemantauan ditemukan *bug* atau kesalahan, baik yang disebabkan oleh pengguna maupun akibat pembaruan perangkat lunak, maka dilakukan tindakan perbaikan untuk menjaga agar sistem tetap berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan sistem yang diharapkan [19].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

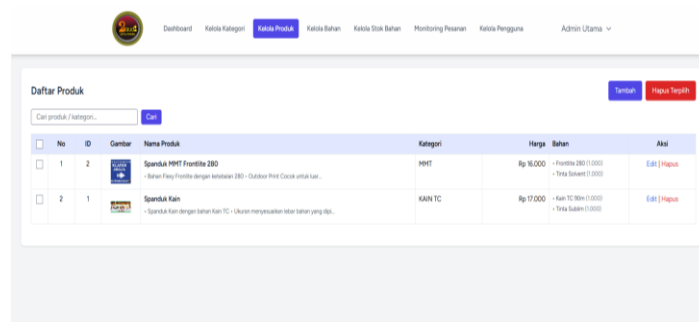
Bagian ini menyajikan hasil implementasi dan pengujian sistem *website* penjualan percetakan yang menerapkan Algoritma FIFO dan *Martingale Model* serta fitur notifikasi *WhatsApp*. Hasil penelitian meliputi tampilan dan fungsi sistem pada sisi admin dan pengguna, pengelolaan stok bahan baku, serta monitoring pesanan. Selain itu, dilakukan pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box* dan evaluasi *usability* menggunakan SUS untuk menilai kesesuaian fungsi sistem dan tingkat kemudahan penggunaan oleh pengguna.

3.1 Implementasi Antarmuka Sistem

Implementasi antarmuka sistem dilakukan sebagai tahap realisasi dari rancangan sistem yang telah ditetapkan pada fase desain. Antarmuka dirancang berbasis *website* dengan pendekatan user-centered design agar mampu mendukung aktivitas pengguna secara intuitif dan efisien. Pada implementasinya, sistem menyediakan antarmuka terpisah antara admin dan pelanggan untuk menyesuaikan kebutuhan serta hak akses masing-masing pengguna. Struktur tampilan yang jelas dan konsisten diharapkan dapat meminimalkan kesalahan penggunaan serta meningkatkan efektivitas pengelolaan data dan proses pemesanan percetakan.

a. Halaman Admin Kelola Produk

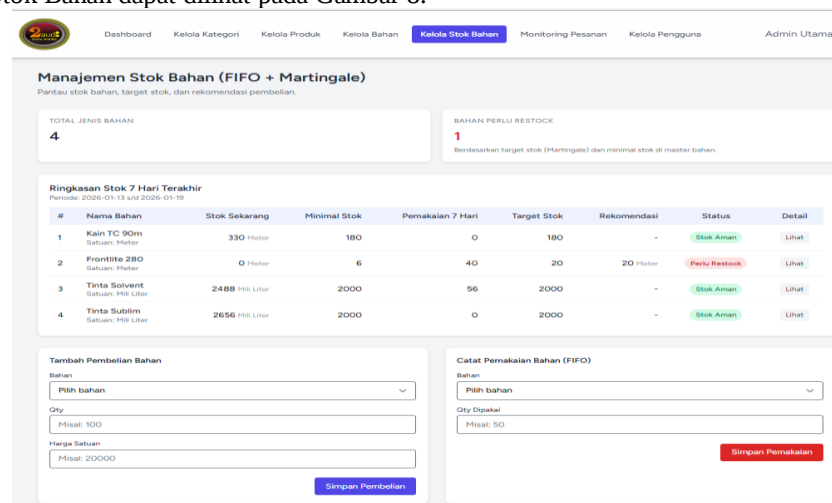
Halaman Kelola Produk merupakan halaman yang digunakan admin untuk menampilkan dan mengelola data produk percetakan, meliputi gambar produk, nama produk, kategori, harga, serta bahan baku yang digunakan. Pada halaman ini, admin dapat melakukan pencarian, penambahan, pengeditan, dan penghapusan data produk secara terintegrasi. Keberadaan halaman ini berperan penting dalam menjaga keterkaitan antara data produk dan data bahan baku, sehingga setiap perubahan produk secara langsung memengaruhi pengelolaan persediaan. Dengan struktur data yang terintegrasi, sistem mampu mendukung proses pengendalian stok secara lebih akurat serta meminimalkan kesalahan pencatatan bahan baku yang sebelumnya sering terjadi pada pengelolaan manual Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Kelola Produk

b. Halaman Admin Kelola Stok Bahan

Halaman Kelola Stok Bahan sistem mencatat seluruh transaksi pemakaian bahan baku dan pembelian bahan ke dalam basis data. Algoritma FIFO diterapkan pada proses pencatatan pemakaian bahan, di mana bahan baku yang pertama kali masuk ke gudang akan digunakan terlebih dahulu. Setiap transaksi pemakaian akan secara otomatis memperbarui nilai stok aktual (S) pada tabel persediaan. Selanjutnya, sistem menerapkan *Martingale Model* untuk menghitung target stok berdasarkan total pemakaian bahan dalam periode pengamatan tertentu, yaitu 7 hari terakhir. Perhitungan ini digunakan untuk menentukan apakah stok berada pada kondisi aman atau memerlukan tindakan pengadaan ulang. Hasil perhitungan target stok dibandingkan dengan batas minimal stok yang telah ditetapkan pada master bahan, sehingga sistem dapat menghasilkan rekomendasi pembelian secara objektif. Apabila stok aktual berada di bawah target atau batas minimal, sistem secara otomatis memberikan peringatan dini *Early Warning System* melalui notifikasi *WhatsApp* kepada admin. Dengan mekanisme tersebut, halaman Kelola Stok Bahan tidak hanya berfungsi sebagai media monitoring, tetapi juga sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan yang membantu menjaga ketersediaan bahan baku dan stabilitas operasional percetakan. Halaman Kelola Stok Bahan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Kelola Stok Bahan

bahan *Frontlite* 280:

Stok aktual (S) = 0 meter

Minimal stok ($S_{\min}$) = 6 meter

Pemakaian 7 hari terakhir (D) = 40 meter

Konstanta penyesuaian (k) = 0,5

bahan Kain TC 90m:

Stok aktual (S) = 330 meter

Minimal stok ($S_{\min}$) = 180 meter

Pemakaian 7 hari terakhir (D) = 0 meter

Konstanta penyesuaian (k) = 0,5

Pada tahap awal, perhitungan kebutuhan stok menggunakan *Martingale Model* didasarkan pada rumus umum yang menyatakan bahwa jumlah pemesanan bahan pada periode berikutnya dipengaruhi oleh selisih antara permintaan aktual dan jumlah pemesanan pada periode sebelumnya. Secara matematis, hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan $Q_{t+1} = Q_t + k(D_t - Q_t)$, di mana nilai permintaan aktual berperan sebagai faktor utama dalam penyesuaian stok. Dalam sistem yang dikembangkan, pendekatan *Martingale* difokuskan sebagai *Early Warning System*, sehingga nilai jumlah pemesanan sebelumnya (Q_t) diasumsikan bernilai nol. Asumsi ini digunakan karena sistem tidak menetapkan target stok tetap dari periode sebelumnya, melainkan menyesuaikan kebutuhan stok secara langsung berdasarkan tren pemakaian terbaru. Dengan demikian, persamaan *Martingale* dapat disederhanakan menjadi $Q_{t+1} = k \cdot D_t$, yang menunjukkan bahwa target stok pada periode berikutnya ditentukan secara proporsional terhadap tingkat pemakaian bahan pada periode pengamatan. Rincian hasil pengujian *Black box* disajikan pada Tabel 1.

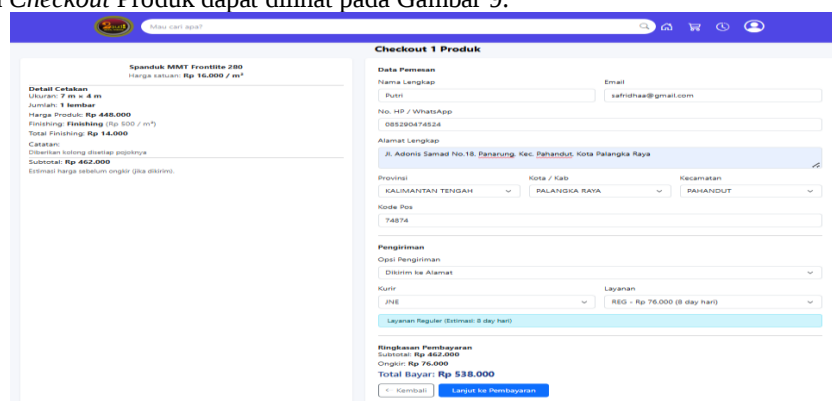
Tabel 1. Perhitungan *Martingale Model*

Bahan	Hitung Target Stok <i>Martingale</i>	Bandingkan dengan Minimal Stok	Hitung Rekomendasi Pembelian
<i>Frontlite</i> 280	$T_m = 0,5 \times 40 = 20$ meter	$T = \max(20, 6) = 20$ meter	$R = \max(0, 20 - 0) = 20$ meter
Kain TC 90m	$T_m = 0,5 \times 0 = 0$ meter	$T = \max(0, 180) = 180$ meter	$R = \max(0, 180 - 330) = 0$ meter

Penelitian sejenis pada sistem manajemen persediaan umumnya menggunakan metode Fuzzy Sugeno atau batas minimum statis tanpa mempertimbangkan tren pemakaian aktual [6]. Berbeda dengan pendekatan tersebut, penelitian ini mengintegrasikan *Martingale Model* yang bersifat adaptif terhadap perubahan pola pemakaian bahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan lebih awal pada bahan dengan pemakaian tinggi seperti *Frontlite* 280, sementara tetap menahan pembelian pada bahan dengan pemakaian rendah seperti Kain TC 90m. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan lebih responsif dan efisien dibandingkan metode konvensional.

c. Halaman Pengguna *Checkout* Produk

Halaman *checkout* mengintegrasikan perhitungan harga produk, biaya tambahan (finishing), serta ongkos kirim secara otomatis. Sistem menampilkan rincian pesanan yang terdiri dari ukuran cetak, jumlah produk, harga satuan, dan subtotal, sehingga pengguna dapat melakukan verifikasi sebelum melanjutkan transaksi. Perhitungan total pembayaran dilakukan secara dinamis berdasarkan kombinasi subtotal produk dan biaya pengiriman yang dipilih. Pada bagian pengiriman, sistem menyediakan pilihan kurir dan layanan pengiriman yang terintegrasi, sehingga estimasi biaya dan waktu pengiriman dapat ditampilkan secara *real-time*. Informasi ini membantu pengguna dalam menentukan metode pengiriman yang sesuai dengan kebutuhan. Setelah seluruh data dinyatakan valid, sistem mengarahkan pengguna ke tahap pembayaran dengan membawa seluruh data transaksi yang telah direkam. Halaman *Checkout* Produk dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman Pengguna *Checkout* Produk

3.2 Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem penjualan dan manajemen bahan percetakan yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional dan nonfungsional yang telah ditetapkan pada tahap perancangan.

a. Pengujian *Blackbox Testing*

Black box testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa memperhatikan struktur internal sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur dan alur pemrosesan sistem telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Rincian hasil pengujian *Black box* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Black Box*

No	Pengujian	Skenario	Input yang diberikan	Output yang diharapkan	Hasil
1.	<i>Register</i>	User mengisi <i>username</i> , email, dan <i>password</i> .	Nama: Admin Utama Email: admin@example.com Password: admin111 Konfirmasi <i>password</i> : admin111	User diarahkan ke halaman <i>login</i> .	Valid
2.	Login	User mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar.	Email: admin@example.com Password: admin111	User masuk ke halaman sesuai role: role admin → <i>dashboard</i> admin. role user → <i>dashboard</i> user.	Valid
		User mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> salah.	Email: admin@example.com Password: salah111	Sistem menampilkan pesan "Email atau <i>password</i> salah". User tetap di halaman login	Valid
3.	Kelola Produk dan Bahan	Admin dapat melakukan input, edit, dan delete pada data Produk dan Bahan.	Admin mengisi dan mengelola data produk/bahan melalui form (tambah, ubah, atau hapus data).	Perubahan tersimpan & tampil notifikasi sukses sesuai aksi yang dilakukan.	Valid
4.	Kelola Stok Bahan	Admin dapat melihat stok bahan dan input <i>restok</i> bahan.	Admin membuka menu stok bahan dan menginput data <i>restok</i> bahan.	Sistem menampilkan daftar bahan beserta stok terkini. Jika stok < minimum_stock, muncul indikator stok menipis.	Valid
5.	Monitoring Pesanan	Admin dapat melihat dan edit status pesanan.	Admin membuka menu pesanan dan mengubah status pesanan sesuai proses.	Sistem menampilkan daftar pesanan. Status pesanan berhasil diperbarui dan ditampilkan pada halaman admin serta riwayat pesanan user.	Valid
6.	<i>Checkout</i> Produk	Pengguna melakukan proses pemesanan produk hingga <i>checkout</i> .	Pengguna memilih produk, menambahkannya ke keranjang, mengisi data pemesanan, lalu menekan tombol <i>Checkout</i> .	Pesanan berhasil dibuat, data pesanan tersimpan di sistem, dan keranjang diperbarui.	Valid
7.	Melakukan Pembayaran	Pelanggan melakukan pembayaran menggunakan <i>Midtrans</i> .	Pengguna memilih metode pembayaran dan melakukan pembayaran melalui <i>Midtrans</i> .	Pembayaran berhasil diproses dan status pesanan diperbarui.	Valid

b. Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

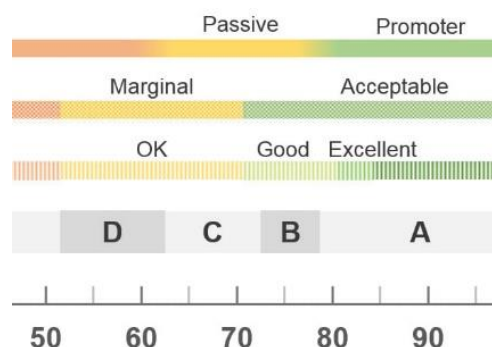
System Usability Scale (SUS) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kegunaan suatu sistem atau aplikasi berdasarkan persepsi pengguna. Pengujian dilakukan dengan melibatkan responden yang memberikan penilaian terhadap sistem melalui kuesioner standar SUS. Hasil perhitungan SUS diperoleh dari kuesioner yang disebarkan kepada pengguna sistem. Evaluasi kegunaan aplikasi ditentukan berdasarkan rekapitulasi nilai instrumen berupa nilai rata-rata kumulatif. Responden memberikan penilaian pada setiap pernyataan menggunakan skala 1 sampai 5, di mana nilai 1 menunjukkan sangat tidak setuju dan nilai 5 menunjukkan sangat setuju.

Dalam pengolahan data SUS, pernyataan bernomor ganjil dihitung dengan cara mengurangi nilai skala jawaban dengan satu, sedangkan pernyataan bernomor genap dihitung dengan mengurangkan nilai skala jawaban dari lima. Seluruh skor kemudian dijumlahkan dan dikalikan dengan 2,5 untuk memperoleh skor SUS akhir, selanjutnya dihitung nilai rata-rata dari seluruh responden. Hasil perhitungan ini memberikan gambaran tingkat kemudahan penggunaan dan penerimaan sistem oleh pengguna. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan SUS pada sistem pemesanan dan inventori barang berbasis *website*.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *System Usability Scale* (SUS)

Skor Hasil Hitung Data										Jumlah	Nilai (Jumlah x 2.5)
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
4	1	3	2	4	2	3	3	3	1	26	65
3	3	3	4	4	1	2	3	3	0	26	65
3	2	3	1	4	3	4	3	3	1	27	68
3	2	3	2	3	1	3	3	3	1	24	60
4	4	4	3	3	3	4	4	3	2	34	85
3	3	2	3	4	3	3	4	3	2	30	75
3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	36	90
4	3	3	2	3	3	4	4	3	2	31	78
4	4	3	2	3	4	3	3	3	1	30	75
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3	4	2	3	3	4	3	3	3	0	28	70
Hasil Akhir (Rata-Rata)											79

Pengujian SUS dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 40 responden yang terdiri dari ibu rumah tangga, karyawan toko percetakan, karyawan, dan mahasiswa. Rentang usia responden berada pada kisaran 18 – 55 tahun. Seluruh responden diminta untuk mencoba menggunakan sistem terlebih dahulu sesuai dengan perannya, baik sebagai pengguna pemesan maupun sebagai pengelola sistem, sebelum mengisi kuesioner SUS. Hasil perhitungan skor SUS, sistem memperoleh nilai rata-rata sebesar 79. Gambar 10 menunjukkan *Standar System Usability Scale* (SUS)



Gambar 10. Standar *System Usability Scale* (SUS)

Berdasarkan standar interpretasi SUS, skor di atas 68 termasuk dalam kategori *acceptable* dan menunjukkan tingkat kegunaan yang baik [20]. Oleh karena itu, skor SUS sebesar 79 berada pada kategori *Acceptable* dalam *acceptability range*, memiliki *grade C*, serta termasuk dalam kategori *Good* pada *adjective rating*. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki tingkat kegunaan yang baik dan layak untuk digunakan oleh pengguna.

3.3 Pembahasan

Berdasarkan kondisi awal yang diuraikan pada bagian pendahuluan, CV 2 Audi Digital *Printing* masih mengandalkan sistem pemesanan manual yang menyebabkan pencatatan tidak teratur, selisih stok, serta keterlambatan pengadaan bahan baku. Hasil implementasi sistem pemesanan dan manajemen bahan percetakan berbasis *website* pada penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi proses pemesanan, pengelolaan stok, dan

monitoring pesanan dalam satu sistem mampu mengurangi permasalahan tersebut. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya berfokus pada digitalisasi pencatatan operasional dan pelaporan, sistem yang dikembangkan telah menghubungkan data transaksi penjualan dengan pemakaian bahan baku secara langsung, sehingga mendukung pengelolaan persediaan yang lebih terkontrol dan terintegrasi.

Dari sisi metode pengendalian persediaan, penelitian sebelumnya umumnya menerapkan pendekatan prediktif berbasis data historis jangka panjang, seperti *Fuzzy Sugeno*, atau menggunakan batas minimum statis yang menyerupai konsep *reorder point*. Pendekatan tersebut efektif untuk perencanaan jangka menengah hingga panjang, namun cenderung kurang responsif terhadap perubahan pemakaian aktual dalam jangka pendek. Berbeda dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak menggunakan *reorder point* statis, melainkan mengintegrasikan *Martingale Model* yang bersifat adaptif dan difungsikan sebagai mekanisme *Early Warning System*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan peringatan lebih awal pada bahan dengan tingkat pemakaian tinggi, seperti *Frontlite 280*, serta menahan pembelian pada bahan dengan pemakaian rendah, seperti *Kain TC 90m*, sehingga keputusan pengadaan menjadi lebih tepat dan efisien.

Selain itu, penelitian ini juga mengisi celah penelitian terkait minimnya integrasi Algoritma FIFO dan sistem peringatan dini dalam sistem pemesanan dan manajemen bahan percetakan berbasis *website*. Pada penelitian sebelumnya, penerapan FIFO masih dilakukan secara manual atau terpisah, serta belum terintegrasi dengan sistem penjualan dan notifikasi otomatis. Dalam penelitian ini, FIFO diterapkan langsung pada proses pencatatan pemakaian bahan baku, sementara *Martingale Model* digunakan untuk menentukan kondisi stok secara adaptif. Integrasi *Early Warning System* berbasis notifikasi *WhatsApp* memungkinkan admin memperoleh informasi stok kritis secara *real-time*, sehingga tindakan pengadaan dapat dilakukan secara proaktif. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatatan, tetapi juga sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan operasional yang sesuai dengan kebutuhan UMKM percetakan.

4. KESIMPULAN

Sistem pemesanan dan manajemen bahan berbasis *website* pada CV 2 Audi Digital *Printing* berhasil dirancang dan diterapkan sesuai dengan sasaran yang telah ditetapkan dalam penelitian. Berdasarkan tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem ini mampu mendukung pemesanan percetakan, pengelolaan persediaan bahan baku, serta penyajian informasi produk secara terintegrasi. Seluruh sistem saling terhubung sehingga mampu mendukung alur operasional percetakan secara lebih efisien dan terkontrol. Penerapan Algoritma FIFO membantu memastikan penggunaan bahan baku dilakukan secara berurutan berdasarkan waktu masuk, sehingga mengurangi risiko penumpukan dan pemborosan bahan. Sementara itu, *Martingale Model* berperan dalam membantu perencanaan kebutuhan stok secara adaptif berdasarkan pola penggunaan sebelumnya. Kombinasi kedua metode tersebut memungkinkan sistem memberikan rekomendasi dan peringatan dini ketika stok bahan mencapai batas minimum. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan, sementara evaluasi *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS) memperoleh nilai rata-rata 79 dengan kategori *Good*, yang menandakan sistem memiliki tingkat kegunaan yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Dengan demikian, sistem dinilai layak untuk diterapkan dalam mendukung pengelolaan bahan dan operasional. Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu penerapan *Martingale Model* masih didasarkan pada data historis dalam periode pengamatan yang terbatas sehingga belum sepenuhnya mempertimbangkan faktor musiman dan lonjakan permintaan ekstrem, serta pengujian sistem yang hanya dilakukan pada satu objek penelitian, sehingga generalisasi hasil penelitian masih terbatas dan memerlukan evaluasi lanjutan dengan jumlah responden yang lebih beragam.

REFERENCES

- [1] R. Z. Zakiah And M. A. Islam, "User Interface Website Sebagai Media Promosi Vilovy Design," *J. Barik*, Vol. 3, No. 3, Pp. 174–185, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jdkv/article/download/48070/40140/>
- [2] N. B. Naseri And N. Nurgiyatna, "Sistem Informasi Pemesanan Makanan Berbasis Client Server Di Kopi We Salatiga," *Jitu J. Inform. Technol. Commun.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–12, 2021, Doi: 10.36596/Jitu.V5i1.497.
- [3] W. E. Saputra, E. Wiji Lestari, And D. Dahlia, "Rekayasa Perangkat Lunak Pemesanan Jasa Cetak Pada Percetakan Baja," *Reputasi J. Rekayasa Perangkat Lunak*, Vol. 5, No. 1, Pp. 57–61, 2024, Doi: 10.31294/Reputasi.V5i1.3215.
- [4] G. M. Rahir, S. Informasi, And U. I. Indragiri, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Percetakan Sendiko," Vol. 2, No. 6, Pp. 464–473, 2024.
- [5] J. A. Fandopa And N. Santoso, "Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Percetakan Pada Gajayana Digital Printing Kota Malang Berbasis Website," Vol. 6, No. 11, Pp. 5371–5379, 2022.
- [6] A. A. Indroyono, A. D. Churniawan, And V. Nurcahyawati, "Penentuan Jumlah Pengadaan Stok Bahan Baku Dengan Metode Fuzzy Sugeno Pada Umkm Xyz," *Jiko (Jurnal Inform. Dan Komputer)*, Vol. 8, No. 1, P. 182, 2024, Doi: 10.26798/Jiko.V8i1.1158.
- [7] I. Setitit, P. Wokanubun, And C. Sopamena, "Efektivitas Metode Fifo Dalam Pengelolaan Persediaan Bahan Baku Pada Industri Tempe Skala Rumah Tangga," Vol. 1, No. 1, 2026.

- [8] H. F. Aryani And I. Ali, “Web-Based Smart Inventory System Using The Fifo Method For Optimizing Stock And Sales Management In Warung Madura,” Pp. 169–175, 2025, Doi: 10.35134/Ekobistek.V14i4.965.
- [9] A. Demirag, E. N. Demirkol Öztürk, And C. Ünal, “Analysis And Comparison Of Waterfall Model And Agile Approach In Software Projects,” *Ajit-E Acad. J. Inf. Technol.*, Vol. 14, No. 54, Pp. 183–203, 2023, Doi: 10.5824/Ajite.2023.03.002.X.
- [10] G. J. Hartanti, F. Setiawan, And D. Priyawati, “Sistem Informasi Pengelolaan Data Perpustakaan Berbasis Web Di Smp Muhammadiyah 4 Surakarta,” *Abdi Teknayasa*, Vol. 3, No. 2, Pp. 124–128, 2022, Doi: 10.23917/Abditeknayasa.V3i2.785.
- [11] H. S. Hadi, W. Yahyan, And M. Sabriani, “Penerapan Uml Dan Metode Waterfall Pada Sistem Pelacakan Sertifikat Tanah Berbasis Web,” *J. Informatics Manag. Inf. Technol.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 292–301, 2025, Doi: 10.47065/Jimat.V5i3.648.
- [12] I. R. Wulandari, F. D. G. Darma, S. Subektiningsih, K. Kusumaningtyas, And N. T. Hartanti, “Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Website Seminar Nasional Koma,” *Intechno J. (Information Technol. Journal)*, Vol. 6, No. 1, Pp. 27–35, 2024, Doi: 10.24076/Intechnojournal.2024v6i1.1696.
- [13] S. Sintaro, “Permodelan Sistem Informasi Pembelian Dan Penjualan Berbasis Website,” *J. Ilm. Inform. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 25–32, 2022, Doi: 10.58602/Jima-Ilkom.V1i1.5.
- [14] Annisa Rahmawati And Achmad Daengs Gs, “Implementasi Metode Fifo Dalam Perhitungan Nilai Persediaan Pada Pt X Distributor Makanan Di Jawa Timur,” *J. Apl. Akunt.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 1–24, 2021, Doi: 10.29303/Jaa.V6i1.103.
- [15] L. Xin And D. A. Goldberg, “Distributionally Robust Inventory Control When Demand Is A Martingale,” *Math. Oper. Res.*, Vol. 47, No. 3, Pp. 2387–2414, 2022, Doi: 10.1287/Moor.2021.1213.
- [16] M. Ramezankhani And A. Boghosian, “A Transductive Learning-Based Early Warning System For Housing And Stock Markets With Off-Policy Optimization,” *Ieee Access*, Vol. 12, Pp. 141762–141784, 2024, Doi: 10.1109/Access.2024.3443145.
- [17] M. Arafat, Y. Trimarsiah, And H. Susantho, “Rancang Bangun Sistem Informasi Pemesanan Online Percetakan Sriwijaya Multi Grafika Berbasis Website,” *Intech*, Vol. 3, No. 2, Pp. 58–63, 2022, Doi: 10.54895/Intech.V3i2.1691.
- [18] M. Mintarsih, “Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada Smc Foundation,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, Vol. 5, No. 1, Pp. 33–35, 2023, Doi: 10.47233/Jteksis.V5i1.727.
- [19] R. Hernanda And D. Gunawan, “Sistem Informasi Jasa Angkut Berbasis Web,” *Indones. J. Comput. Sci.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 284–301, 2023, [Online]. Available: [Http://ijcs.stmkindonesia.ac.id/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3135](http://ijcs.stmkindonesia.ac.id/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3135)
- [20] W. Cheah, M. Moe, T. Aung, And A. A. Ghani, “Mobile Technology In Medicine : Development And Validation Of An Adapted System Usability Scale (Sus) Questionnaire And Modi Fi Ed Technology Acceptance Model (Tam) To Evaluate User Experience And Acceptability Of A Mobile Application In Mri Safety Screening,” Pp. 36–45, 2023.