

# Pengembangan *Web* Sistem Informasi Perpustakaan Terintegrasi *Barcode Scanner* berbasis *Webcam*

## *Development of a Web-based Library Information System Integrated with a Webcam-based Barcode Scanner*

<sup>1</sup>Nabilah Lestari, <sup>2</sup>Ahmad Fauzi\*

<sup>1,2</sup>Program Studi Sistem Telekomunikasi, Universitas Pendidikan Indonesia

<sup>1,2</sup>Jl. Veteran No. 8, Nagri Kaler, Purwakarta, Jawa Barat 41115, Indonesia

\*e-mail: [nabilah.ls5@upi.edu](mailto:nabilah.ls5@upi.edu), [ahmad.fauzi@upi.edu](mailto:ahmad.fauzi@upi.edu)\*

(received: 10 March 2026, revised: 19 March 2026, accepted: 22 March 2026)

### Abstrak

Proses transaksi peminjaman dan pengembalian buku pada beberapa perpustakaan sekolah masih dilakukan secara manual sehingga menyebabkan waktu pelayanan menjadi lambat dan berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan data. Oleh karena itu diperlukan sistem informasi perpustakaan yang mampu meningkatkan efisiensi transaksi serta akurasi pengelolaan data. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan web sistem informasi perpustakaan terintegrasi dengan pemindaian *barcode* berbasis *webcam* tanpa memerlukan perangkat *scanner* tambahan. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model *Waterfall* yang meliputi tahap analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Evaluasi sistem dilakukan menggunakan pengujian *Black Box Testing*, efisiensi waktu transaksi, akurasi data, intensitas pencahayaan terhadap pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*, serta *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS). Hasil penelitian menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik. Sistem mampu menurunkan rata-rata waktu transaksi dari 72,06 detik menjadi 24,48 detik (efisiensi 66%) serta meningkatkan akurasi pencatatan data dari 60% menjadi 100%. Pemindaian *barcode* menggunakan *webcam* berjalan optimal pada kondisi pencahayaan  $\geq 150$  lux. Hasil evaluasi *usability* memperoleh skor SUS sebesar 85,8 (*excellent*). Namun, performa masih dipengaruhi pencahayaan dan kualitas kamera. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem dengan menerapkan metode pengolahan citra atau teknologi identifikasi lainnya untuk meningkatkan akurasi pemindaian.

**Kata kunci:** *barcode scanning, library information system, system usability scale, webcam-based scanning, web application*

### Abstract

*The process of borrowing and returning books in some school libraries is still carried out manually, resulting in slower service times and a higher risk of data recording errors. Therefore, a library information system is needed to improve transaction efficiency and data management accuracy.*

*This study aims to develop a web-based library information system integrated with a webcam-based barcode scanning feature, eliminating the need for additional scanning devices. The research employs a Research and Development (R&D) approach using the Waterfall model, which includes the stages of requirements analysis, system design, implementation, and testing. System evaluation was conducted using Black Box Testing, transaction time efficiency analysis, data accuracy measurement, assessment of lighting intensity on webcam-based barcode scanning performance, and usability testing using the System Usability Scale (SUS). The results indicate that all system functions operate properly. The system reduces the average transaction time from 72.06 seconds to 24.48 seconds (66% efficiency improvement) and increases data recording accuracy from 60% to 100%. Webcam-based barcode scanning performs optimally under lighting conditions of  $\geq 150$  lux. The usability evaluation achieved a SUS score of 85.8 (excellent). However, system performance is still influenced by lighting conditions and camera quality. Future research may focus on enhancing the system by incorporating image processing techniques or alternative identification technologies to further improve scanning accuracy.*

**Keywords:** *barcode scanning, library information system, system usability scale, webcam-based scanning, web application*

## 1 Pendahuluan

Transformasi digital dalam pengelolaan sistem informasi telah menjadi kebutuhan penting di berbagai institusi pendidikan, termasuk perpustakaan di sekolah, dimana menjadi fokus acuan pembelajaran guna mendukung kegiatan akademik siswa dan guru [1]. Namun, pada banyak sekolah proses pengelolaan perpustakaan, khususnya penyewaan dan pemulangan buku yang belum terkomputerisasi. Kondisi tersebut seringkali menyebabkan proses pelayanan menjadi lebih lambat, berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan data, serta menurunkan efisiensi pengelolaan perpustakaan. Dengan demikian, penerapan sistem untuk informasi di perpustakaan sudah menggunakan web dinilai mampu memberikan kontribusi dalam peningkatan efisiensi proses transaksi serta akurasi pengelolaan data perpustakaan.

Beberapa penelitian sebelumnya sudah menerapkan web sistem untuk informasi di perpustakaan dalam mendukung digitalisasi olah data perpustakaan [2]. Pemanfaatan teknologi *barcode* juga banyak digunakan untuk mempercepat proses identifikasi buku dan transaksi peminjaman. Sistem *barcode* memungkinkan proses pencatatan data dilakukan secara otomatis sehingga mampu berperan dalam peningkatan efisiensi pada transaksi serta menurunkan kekeliruan pengarsipan data [3]. Sejumlah penelitian telah mengintegrasikan *barcode scanner* sebagai perangkat tambahan untuk mempermudah proses pemindaian kode pada buku. Meskipun demikian, penggunaan *barcode scanner* eksternal memerlukan perangkat keras tambahan serta konfigurasi khusus sehingga dapat meningkatkan biaya implementasi sistem [3].

Sebagai alternatif, teknologi *webcam* dapat dimanfaatkan sebagai media pemindaian *barcode* tanpa memerlukan perangkat *scanner* tambahan [4]. Pendekatan ini memungkinkan proses pemindaian dilakukan secara langsung melalui kamera yang tersedia pada komputer atau laptop yang digunakan oleh petugas perpustakaan. Pemanfaatan *webcam* sebagai media pemindaian menjadi solusi yang lebih ekonomis dan mudah diterapkan, terutama bagi institusi pendidikan dengan keterbatasan sumber daya teknologi. Namun demikian, kemampuan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam* dapat terpengaruh dengan sebagian unsur lingkungan, misal intensitas pencahayaan serta kualitas penggunaan kamera, sehingga diperlukan evaluasi terhadap performa sistem yang dikembangkan [5].

Selain aspek teknis pemindaian *barcode*, perpindahan proses pemindaian dari perangkat *scanner* fisik ke antarmuka berbasis web juga menuntut perhatian terhadap aspek *usability* sistem. Antarmuka yang digunakan oleh petugas perpustakaan harus mudah dipahami dan dioperasikan agar proses transaksi peminjaman dapat berjalan secara efisien tanpa menambah beban kerja pemakai. Oleh sebab itu, pengujian *usability* menjadi krusial dalam menjamin sistem yang dikembangkan berjalan secara efektif juga menawarkan pengalaman penggunaan yang bagus bagi pemakai [6].

Berasaskan persoalan di atas, studi ini bermaksud melakukan pengembangan web sistem untuk informasi perpustakaan terintegrasi dengan teknologi *barcode scanning* menggunakan kamera web tanpa memerlukan perangkat *scanner* tambahan. Sistem yang dikembangkan mendukung kegiatan pengembalian serta peminjaman buku secara lebih efisien juga meningkatkan akurasi pencatatan data transaksi. Penelitian ini juga melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem melalui pengujian efisiensi waktu transaksi sebelum dan sesudah implementasi sistem, pengujian akurasi pencatatan data transaksi, analisis pengaruh intensitas pencahayaan terhadap keberhasilan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*, dan penilaian kegunaan sistem dengan pendekatan skala kegunaan sistem. Oleh karena itu, riset ini ditujukan mampu menjadi alternatif solusi di dalam penerapan sistem untuk informasi pada perpustakaan dengan lebih efisien, ekonomis, serta mudah diimplementasikan pada lingkungan pendidikan.

## 2 Tinjauan Literatur

Perkembangan teknologi pengolahan citra dan kamera digital memungkinkan pemanfaatan perangkat kamera sebagai media pemindaian kode *barcode* pada berbagai sistem informasi. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai integrasi teknologi *barcode scanning* pada aplikasi

berbasis web semakin berkembang, terutama untuk meningkatkan efisiensi proses identifikasi objek dan pencatatan data transaksi secara otomatis [7].

Beberapa penelitian telah memanfaatkan teknologi *barcode scanning* untuk meningkatkan efisiensi layanan pada sistem informasi perpustakaan [8]. Teknologi *barcode* memungkinkan setiap buku memiliki identitas unik yang dapat dibaca secara otomatis sehingga proses peminjaman dan pengembalian buku dapat dilakukan dengan lebih cepat dibandingkan metode pencatatan manual. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan *barcode* dapat mengurangi kesalahan *input* data serta mempercepat proses transaksi pada sistem perpustakaan berbasis web [9].

Sebagian besar implementasi *barcode scanning* pada sistem perpustakaan masih menggunakan perangkat *barcode scanner eksternal* sebagai alat pembaca kode. Penggunaan perangkat tambahan tersebut memang mampu memberikan tingkat akurasi yang tinggi, namun memerlukan biaya implementasi perangkat keras serta integrasi perangkat dengan sistem informasi yang digunakan. Kondisi ini menjadi kendala bagi sebagian sekolah yang mempunyai limitasi sarana teknologi.

Alternatifnya, beberapa penelitian mulai memanfaatkan kamera digital atau *webcam* sebagai media pemindaian *barcode* [4]. Integrasi kamera pada aplikasi web dapat dilakukan melalui teknologi web *camera API* seperti *WebRTC* yang memungkinkan *browser* mengakses perangkat kamera secara langsung [10]. Selain itu, berbagai pustaka *JavaScript* untuk pemindaian *barcode*, seperti *library* berbasis *computer vision*, memungkinkan proses deteksi dan *decoding barcode* dilakukan secara *real-time* melalui kamera yang terhubung dengan sistem berbasis web [11].

Meskipun demikian, pemindaian *barcode* menggunakan kamera memiliki sejumlah tantangan teknis yang perlu diperhatikan. Kualitas citra yang dihasilkan kamera dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti intensitas pencahayaan, jarak kamera terhadap objek, resolusi kamera, serta stabilitas posisi kamera saat proses pemindaian berlangsung [5]. Dalam konteks pengolahan citra, kondisi pencahayaan yang tidak memadai dapat menyebabkan proses deteksi pola *barcode* menjadi kurang optimal sehingga mempengaruhi tingkat keberhasilan pembacaan kode.

Beberapa penelitian dalam bidang pengolahan citra menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses *pattern recognition* pada citra yang ditangkap kamera [12]. Tingkat pencahayaan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kontras citra menurun sehingga pola garis pada *barcode* sulit dikenali oleh sistem. Oleh karena itu, pengukuran tingkat pencahayaan dalam satuan lux sering digunakan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan yang optimal dalam proses pemindaian *barcode* berbasis kamera [13].

Tabel 1 Sintesis Literatur

No.	Penyusun & Periode	Pendekatan	Inti Temuan
1.	Luthfi et al. (2025)	<i>Web-Based</i>	Mampu meningkatkan efisiensi layanan dan pengelolaan data
2.	Putra et al. (2025)	<i>Barcode System</i>	Mampu meningkatkan kecepatan proses dan akurasi pencatatan data
3.	Marpaung et al (2022)	<i>Computer Vision</i>	<i>Webcam</i> dapat digunakan untuk mendeteksi dan membaca <i>barcode</i> tanpa perangkat <i>scanner</i> tambahan
4.	Khunaifi et al (2022)	<i>WebRTC</i>	Memungkinkan akses kamera secara <i>real-time</i> melalui <i>browser</i> pada aplikasi web
5.	Setiawan (2024)	<i>Image Processing</i>	Intensitas pencahayaan berpengaruh terhadap akurasi deteksi objek berbasis citra termasuk <i>barcode</i>
6.	Costa et al. (2024)	SUS	Efektif digunakan dalam pengukuran tingkat <i>usability</i> dan kemudahan untuk penggunaan sistem

Berdasarkan sintesis literatur pada Tabel 1, diketahui bahwa studi terdahulu sudah mengembangkan sistem informasi perpustakaan berbasis web dan memanfaatkan teknologi *barcode* untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi transaksi. Beberapa penelitian juga telah menggunakan *webcam* untuk mendeteksi *barcode* serta teknologi *WebRTC* untuk akses kamera melalui *browser*. Selain itu, faktor pencahayaan dan aspek *usability* juga terbukti berpengaruh terhadap kinerja dan kemudahan penggunaan sistem. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih dilakukan secara

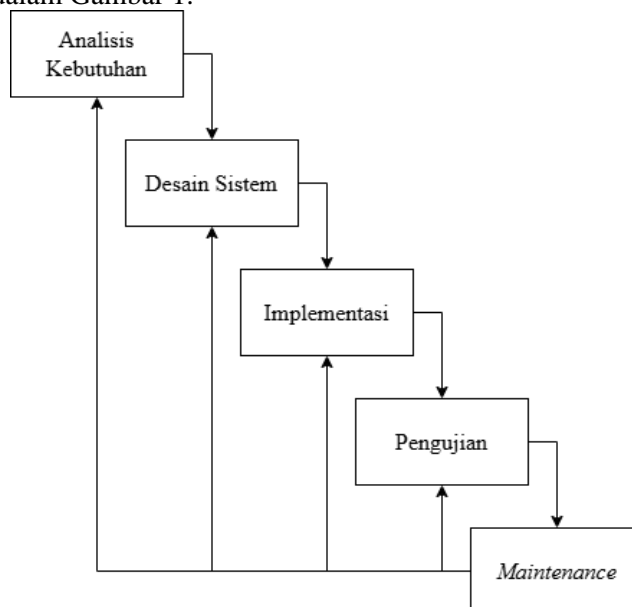
<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

terpisah dan belum terintegrasi dalam satu sistem yang komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) yaitu pengembangan web sistem informasi perpustakaan dengan mengintegrasikan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam* tanpa perangkat *scanner* tambahan, serta dilengkapi dengan evaluasi efisiensi waktu, akurasi data, pengaruh intensitas pencahayaan, dan uji tingkat kegunaan dengan skala kegunaan sistem.

### 3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research & Development* (R&D), bertujuan untuk menghasilkan sistem informasi perpustakaan berbasis web yang terintegrasi dengan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam* tanpa memerlukan perangkat *barcode scanner* tambahan. Pendekatan ini terpilih sebab bukan hanya terfokus dalam analisis masalah, juga pada proses perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem secara sistematis hingga menghasilkan produk yang dapat digunakan.

Jenis rekayasa pada perangkat lunak menggunakan *Waterfall*, dimana berdasarkan ciri kebutuhan sistem yang sudah terdefinisi secara nyata sedari semula melalui proses observasi dan wawancara, serta ruang lingkup pengembangan yang tidak mengalami perubahan signifikan selama penelitian. Berbeda dengan metode *Agile* yang bersifat iteratif dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan [14], model *Waterfall* lebih sesuai digunakan dalam penelitian ini karena memberikan tahapan yang terstruktur, terdokumentasi dengan baik, dan memudahkan proses evaluasi pada setiap tahap [15]. Selain itu, pengembangan sistem dalam lingkungan perpustakaan sekolah cenderung memiliki kebutuhan yang stabil sehingga pendekatan linear seperti *Waterfall* dinilai lebih tepat. Langkah model *Waterfall* ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Langkah *waterfall*

Pada Gambar 1 menjelaskan bagaimana tahapan *Waterfall* dilakukan, meliputi:

#### 3.1. Analisis Kebutuhan

Dilakukan dengan menganalisis kesulitan serta kebutuhan pengguna terkait pengelolaan perpustakaan di SMP Negeri 1 Plumbon melalui observasi langsung pada kegiatan penyewaan serta pemulangan buku yang saat ini dikerjakan *via* manual serta wawancara pada petugas perpustakaan untuk mengetahui kendala dalam pengelolaan data dan pelayanan. Hasil analisis yang didapatkan menunjukkan kebutuhan sistem yang dapat mengelola data buku, pengguna, stok buku, transaksi peminjaman dan juga pengembalian secara terintegrasi serta dapat mendukung teknologi *barcode* dan *barcode scanner* berbasis *webcam* dalam meningkatkan efisiensi layanan.

#### 3.2. Desain Sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dilakukan perancangan sistem dengan menerapkan prinsip rekayasa perangkat lunak. Perancangan meliputi penyusunan *use case* diagram untuk memodelkan

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

interaksi antara pengguna (petugas perpustakaan, kepala perpustakaan, dan anggota/peminjam) dan sistem, serta rancangan *database* memakai diagram hubungan entitas dalam memastikan kerangka data terorganisir secara sistematis dan menghindari redundansi data. *Desain* antarmuka juga dibuat demi menunjang kemudahan penggunaan sistem dan selaras dengan kebutuhan pengguna.

Selain itu, sistem juga dirancang untuk mendukung proses pemindaian *barcode* menggunakan *webcam* yang terhubung langsung pada antarmuka web tanpa perangkat *scanner* tambahan. *Webcam* digunakan untuk membaca kode *barcode* pada buku sehingga sistem dapat secara otomatis mengidentifikasi data buku yang dipindai.

### 3.3. Implementasi

Dilakukan dengan membangun web sistem untuk informasi pada perpustakaan serasi dengan hasil perancangan yang sudah dibangun. Pengembangan web memakai bahasa pemrograman *HTML*, *PHP*, *CSS*, *JavaScript*, *database MySQL* untuk menyimpan data perpustakaan, serta memanfaatkan teknologi *WebRTC* untuk mengakses kamera secara langsung melalui *browser*.

*Fitur* utama yang dikembangkan meliputi manajemen data pada buku, stok buku, data pada anggota, proses pengembalian serta peminjaman buku, dan juga *fitur* pemindaian *barcode* menggunakan *webcam* sehingga proses identifikasi buku dapat dilakukan secara otomatis tanpa perangkat *scanner* tambahan.

### 3.4. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk dapat mengevaluasi kinerja serta kualitas sistem dari aspek fungsionalitas, efisiensi, akurasi, intensitas pencahayaan, dan kegunaan (*usability*). Pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

#### 3.4.1. Pengujian Fungsional

Dikerjakan dengan tidak mempertimbangkan susunan *code* pada program dengan fokus di kesesuaian masukan dan keluaran sistem, dengan menggunakan teknik partisi kesetaraan dan analisis nilai batas. Untuk *Equivalence Partitioning*, pengujian dilakukan dengan mengelompokkan data menjadi *input valid* dan tidak *valid*, seperti *barcode* terdaftar yang harus menghasilkan data buku yang sesuai, dan *barcode* tidak terdaftar yang harus menghasilkan notifikasi kesalahan. Sedangkan pada *Boundary Value Analysis*, pengujian dilakukan pada batas *input*, seperti panjang karakter *barcode* minimum dan maksimum yang dapat diproses sistem. Pengujian ini penting untuk memastikan sistem mampu menangani variasi *input* secara tepat dan meminimalkan kesalahan.

#### 3.4.2. Pengujian Efisiensi Waktu Transaksi Peminjaman

Dilakukan dengan membandingkan durasi transaksi peminjaman manual dengan peminjaman menggunakan *barcode scanner* berbasis *webcam* berdasarkan selisih waktu mulai dan waktu selesai transaksi serta selisih durasi waktu. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada masing-masing metode, kemudian dihitung nilai rata-rata untuk mengetahui tingkat efisiensi waktu.

#### 3.4.3. Pengujian Akurasi Data

Dilakukan dengan membandingkan jumlah kesalahan *input* pada transaksi manual dan juga transaksi menggunakan *barcode* untuk dapat mengetahui tingkat keandalan pada sistem. Tingkat akurasi dihitung berdasarkan persentase transaksi tanpa kesalahan *input* terhadap total transaksi yang dilakukan.

#### 3.4.4. Pengujian Intensitas Pencahayaan

Dilakukan untuk mengetahui pengaruh intensitas pencahayaan terhadap keberhasilan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*. Intensitas cahaya diukur dalam satuan lux menggunakan aplikasi *lux meter* pada *smartphone*. Variasi intensitas cahaya digunakan untuk mengidentifikasi batas minimal pencahayaan yang masih memungkinkan proses pemindaian berjalan dengan baik. Secara umum, sistem pengolahan citra memerlukan pencahayaan yang cukup agar pola *barcode* dapat dikenali dengan jelas. Setiap kondisi pencahayaan diuji dengan melakukan sepuluh kali percobaan pemindaian *barcode* untuk melihat tingkat keberhasilan sistem dalam membaca *barcode*. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kondisi pencahayaan yang paling optimal dalam proses pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*. Namun demikian, penggunaan aplikasi *smartphone* sebagai alat ukur memiliki keterbatasan akurasi, sehingga hasil pengukuran ini digunakan sebagai pendekatan praktis dan diakui sebagai keterbatasan penelitian.

### 3.4.5. Pengujian Kegunaan Sistem (Usability)

Dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem. Responden berjumlah 15 orang yang terdiri dari 1 petugas perpustakaan, 1 kepala perpustakaan, 2 guru, dan 11 siswa. Perolehan contoh didapatkan dengan teknik sampel pertimbangan, yakni pemilihan informan berasaskan keterlibatan langsung dalam penggunaan sistem perpustakaan. Jumlah responden tersebut dianggap representatif untuk skala pengujian sistem di lingkungan sekolah karena mencakup berbagai peran pengguna utama. Pengukuran dikerjakan dengan pengisian sepuluh afirmasi untuk angket skala kegunaan sistem berskala Likert. Hasil penelitian kemudian dihitung untuk dapat memperoleh skor rata-rata tingkat penerimaan pada sistem oleh pengguna.

### 3.5. Maintenance

Dilakukan sesudah sistem diimplementasikan guna dapat memastikan stabilitas dan juga keberlanjutan operasional sistem. Kegiatan tersebut meliputi pencadangan basis data, pemantauan performa, dan juga perbaikan kesalahan yang ditemukan selama penggunaan.

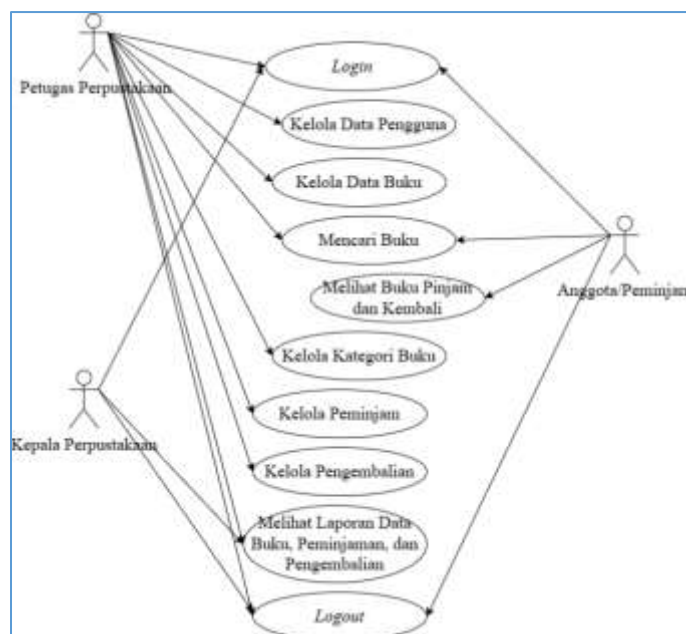
## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Analisis Kebutuhan

Dilakukan untuk dapat mengetahui spesifikasi sistem yang akan dikembangkan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Analisis ini diperoleh melalui hasil observasi, wawancara, serta studi pustaka yang dilakukan di SMP Negeri 1 Plumbon. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa proses pengelolaan perpustakaan masih dilakukan secara manual, mulai dari pencatatan data buku, pengguna, stok buku, kategori buku, transaksi peminjaman, hingga pengembalian. Hal ini sering menimbulkan permasalahan seperti risiko kehilangan arsip, keterlambatan pencarian data, dan kurangnya efisiensi pelayanan untuk siswa. Berdasarkan hasil tersebut, kebutuhan pada sistem dirumuskan meliputi pengelolaan data pengguna, data buku, data stok buku, kategori buku, pencatatan transaksi peminjaman dan pengembalian, fitur pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*, antarmuka yang mudah digunakan, serta penyediaan laporan yang sederhana dan mudah diakses oleh petugas perpustakaan, kepala perpustakaan, dan anggota.

### 4.2. Desain Sistem

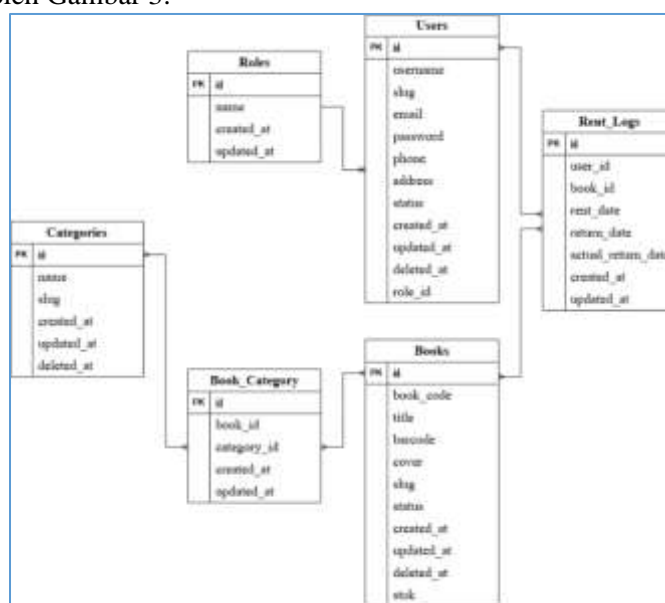
Desain sistem informasi perpustakaan berbasis web terintegrasi *barcode scanner* menggunakan *webcam* ini menerapkan prinsip *Role-Based Access Control* (RBAC), dimana setiap aktor memiliki hak akses sesuai tanggung jawabnya, sedangkan data dikelola pada server basis data *MySQL*. Sistem terdiri dari tiga aktor utama, yaitu Petugas Perpustakaan, Kepala Perpustakaan, dan Anggota/Peminjam dengan hak akses yang berbeda sesuai peran masing-masing. Alur interaksi pengguna terhadap sistem digambarkan menggunakan *Use Case Diagram* yang memperlihatkan fungsi utama, seperti *login*, kelola data pengguna, kelola data buku dan kategori buku, pencarian buku, pengembalian, peminjaman, dan pembuatan laporan, terlihat di Gambar 2.



**Gambar 2 Use case diagram**

Pada Gambar 2 ditunjukkan interaksi sistem dengan tiga aktor, yaitu Petugas Perpustakaan, Anggota/Peminjam, dan Kepala Perpustakaan. Petugas perpustakaan memiliki hak akses penuh untuk mengelola data buku, kategori, pengguna, serta transaksi peminjaman dan pengembalian, termasuk peminjaman melalui metode manual maupun pemindaian *barcode* berbasis *webcam*. Anggota memiliki akses terbatas untuk melakukan registrasi, *login*, melihat katalog buku, dan memantau status peminjaman. Sementara itu, kepala perpustakaan berperan sebagai pengawas sistem dengan akses terhadap *dashboard* dan laporan transaksi untuk keperluan monitoring dan evaluasi. *Use case diagram* ini menunjukkan penerapan *Role-Based Access Control (RBAC)*, dimana setiap aktor memiliki hak akses sesuai perannya sehingga keamanan dan integritas data dapat terjaga. Selain itu, integrasi peminjaman *barcode* berbasis *webcam* mendukung otomatisasi transaksi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi layanan.

Untuk mendukung implementasi, dibutuhkan perancangan struktur basis data serta relasi antar objek yang dijelaskan melalui *Entity Relationship Diagram (ERD)*, yang menggambarkan entitas pengguna, buku, kategori buku, stok buku, transaksi peminjaman, dan laporan riwayat transaksi. ERD tersebut ditunjukkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3 ERD design**

Pada Gambar 3 menunjukkan struktur basis data sistem informasi perpustakaan yang terdiri dari entitas *Users*, *Roles*, *Categories*, *Books*, *Book\_Category*, serta *Book\_Rent*. Relasi antara *Books* dan juga *Categories* bersifat *many-to-many* sehingga direpresentasikan melalui tabel penghubung *Book\_Category*, yang memungkinkan satu buku memiliki lebih dari satu kategori sekaligus menghindari redundansi data. Proses peminjaman dan pengembalian buku dicatat pada tabel *Book\_Rent* yang berfungsi sebagai histori transaksi. Relasi antara *Book\_Rent*, *Users*, dan *Books* memastikan setiap transaksi terhubung dengan pengguna dan buku yang dipinjam. Perancangan ERD ini memenuhi prinsip normalisasi basis data sehingga menjaga konsistensi data dan mendukung pembaruan secara *real-time*. Struktur tersebut juga menjadi dasar integrasi *barcode scanner* berbasis *webcam*. Dimana setiap *barcode* yang dipindai akan langsung terhubung dengan entitas *Books* dan tercatat otomatis pada *Book\_Rent*.

Selain itu, untuk mendukung implementasi sistem dilakukan perancangan alur sistem yang menggambarkan proses operasional mulai dari autentikasi hingga pelaporan. Model *use case* mendefinisikan enam kapabilitas utama sistem, yaitu pengelolaan pengguna, buku, stok dan kategori buku, transaksi peminjaman dan pengembalian, serta ekspor laporan. Struktur basis data yang dirancang melalui ERD mendukung seluruh alur tersebut sehingga proses pengelolaan data dan transaksi dapat berjalan secara terintegrasi. Implementasi alur keseluruhan sistem ditunjukkan Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Alur keseluruhan sistem

Pada Gambar 4 ditunjukkan alur keseluruhan sistem informasi perpustakaan berbasis web yang terintegrasi dengan *barcode scanner* berbasis *webcam*. Proses dimulai dari *login* sebagai mekanisme autentikasi untuk memastikan hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses sistem. Setelah autentikasi berhasil, sistem mengidentifikasi *role* pengguna dan menampilkan antarmuka sesuai hak aksesnya. Petugas perpustakaan memiliki akses untuk mengelola data buku, stok, kategori, pengguna, serta transaksi peminjaman dan pengembalian, termasuk melihat *log* transaksi dan laporan. Pada transaksi peminjaman tersedia dua metode, yaitu *input* manual dan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*. Pada metode *barcode*, sistem secara otomatis membaca kode buku, memvalidasi stok, mencatat transaksi, dan memperbarui status buku secara *real-time* sehingga mengurangi kesalahan *input*. Sementara itu, anggota hanya dapat mengakses katalog buku, melakukan pencarian, dan memantau status peminjaman, sedangkan kepala perpustakaan memiliki akses terhadap *dashboard* dan laporan untuk keperluan monitoring. Secara keseluruhan, alur ini menunjukkan bahwa proses autentikasi, pengelolaan data, transaksi, hingga pelaporan telah terintegrasi dalam satu sistem berbasis web yang mendukung efisiensi dan akurasi layanan perpustakaan.

### 4.3. Implementasi

Dilakukan memanfaatkan bahasa penataolahan *PHP* dan *JavaScript* dalam membangun aplikasi web yang dapat diakses melalui *browser*. Pada sisi *fronted*, sistem memanfaatkan teknologi *WebRTC* untuk mengakses kamera secara langsung, serta menggunakan *library* pemrosesan *barcode* berbasis *JavaScript* seperti *QuaggaJS* untuk melakukan deteksi dan *decoding barcode* secara *real-time* di *browser*. *Library* tersebut bekerja dengan memanfaatkan teknik pengolahan citra *digital (image processing)*, dimana kamera akan menangkap *frame video* yang kemudian diproses untuk mendeteksi pola garis pada *barcode*. Proses *decoding* dilakukan dengan mengenali struktur pola garis berdasarkan standar *barcode* tertentu.

Jenis *barcode* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Code 128*, yang dipilih karena memiliki kemampuan menyimpan data alfanumerik dengan kepadatan tinggi dan tingkat fleksibilitas yang baik. Namun, *barcode* jenis ini memiliki sensitivitas terhadap kondisi pencahayaan dan kualitas citra yang dihasilkan oleh *webcam*. Dibandingkan dengan *barcode* seperti *Code 2 of 5* yang lebih sederhana, *Code 128* memerlukan resolusi dan kontras yang lebih baik agar dapat terbaca secara optimal. Oleh karena itu, faktor pencahayaan dan kualitas kamera menjadi aspek penting dalam keberhasilan proses *scanning*.





Halaman pada *dashboard* dirancang sebagai pusat informasi yang dapat menampilkan ringkasan dari kondisi perpustakaan secara *real-time* dalam bentuk kartu statistik (*summary card*). Penyajian data secara ringkas memungkinkan pengguna memperoleh gambaran umum sistem tanpa membuka banyak menu. Pemberitahuan yang disajikan mencakup total buku, kategori, pengguna aktif, serta ringkasan transaksi. Antarmuka *dashboard* ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Antarmuka *dashboard*

Selain itu, integrasi *barcode* memungkinkan sistem menghasilkan kode unik untuk setiap buku yang terdaftar. *Barcode* dibuat berdasarkan kode buku yang tersimpan dalam basis data dan dapat dicetak untuk ditempelkan pada fisik buku. Proses ini memastikan setiap entitas buku memiliki identitas unik yang dapat dikenali oleh sistem melalui pemindaian. Integrasi ini menjadi fondasi

utama otomatisasi transaksi karena setiap *barcode* terhubung langsung dengan *primary key* pada tabel *Books* dalam basis data. Integrasi *barcode* untuk Kode Buku ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.

7	A001-023	Seri Budaya	
8	A001-08	Bahasa Indonesia Kelas VIII	
9	A001-09	Bahasa Indonesia Kelas IX	
10	A001-10	Bintang - Tere Liye	
11	A001-11	Bulan - Tere Liye	
12	A001-12	Bumi - Tere Liye	
13	A001-13	Dongeng Nusantara	
14	A001-14	Dongeng Rakyat Indonesia	
15	A001-15	Gadis Daun Jeruk	

Gambar 6 Integrasi *barcode* untuk kode buku

Kemudian, antarmuka transaksi peminjaman *via barcode scanner* berbasis *webcam* menunjukkan dua kondisi sistem, yaitu transaksi berhasil dan transaksi gagal. Pada kondisi berhasil, sistem membaca kode *barcode*, memvalidasi keberadaan buku dalam *database*, memeriksa status ketersediaan, mencatat transaksi pada tabel *Book\_Rent*, lalu memperbarui status buku secara otomatis. Sedangkan pada kondisi gagal, sistem menampilkan *error* apabila *barcode* tidak terdaftar, buku sedang dipinjam, atau terjadi kesalahan validasi, dimana menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan validasi *input* dan *error handling* untuk menjaga integritas data serta mencegah inkonsistensi transaksi. Integrasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Integrasi *barcode scanner* berbasis *webcam* di transaksi berhasil dan gagal

Sistem juga menyediakan *fitur* ekspor laporan, memungkinkan pengguna dapat mengunduh data buku dengan format *.Excel* dan riwayat transaksi dalam format *.PDF*. Proses ekspor dilakukan secara otomatis berdasarkan data yang tersimpan pada basis data tanpa manipulasi manual. Implementasi *fitur* ini mendukung efisiensi administrasi karena mengurangi kebutuhan rekapitulasi manual serta meminimalkan risiko kesalahan pencatatan ulang. Secara sistem informasi, *fitur* ini berperan sebagai modul *reporting* yang mendukung proses pengambilan keputusan dan dokumentasi institusi. Hasil ekspor diperlihatkan Gambar 8 berikut.



No	Nama Siswa	Judul Buku	Tanggal Pinjam	Status Kembali	Tanggal Dikembalikan	Status
1	jeremi	Bahasa Indonesia	2026-01-20	2026-01-23	2026-01-20	Tepat Waktu
2	jeremi	Bintang Tere Liye	2026-01-20	2026-01-23	2026-01-25	Tepat Waktu
3	jeremi	Buku Pengantar Alam Kelas VII	2026-01-20	2026-01-23	2026-01-27	Tertunda
4	Fahri Adhi Ismail	Informatika Kelas VII	2026-02-04	2026-02-07	-	Belum Dikembalikan

Gambar 8 Hasil ekspor data buku dan ekspor riwayat transaksi

#### 4.4. Pengujian

Bagian ini menguraikan hasil pengujian sistem dalam lima aspek pengujian: pengujian *black box testing*, efisiensi waktu transaksi peminjaman, akurasi data peminjaman, pengaruh intensitas pencahayaan, dan kegunaan dengan pendekatan skala kegunaan sistem. Beberapa aspek pengujian tersebut diuraikan seperti berikut:

##### 4.4.1. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *black box testing*, bertujuan untuk memastikan bahwa keseluruhan *fitur* pada sistem dapat berjalan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan pada tahap analisis dan perancangan. Metode ini berfokus pada pengujian fungsi sistem berdasarkan *input* serta *output* dengan tidak memperhatikan struktur kode *internal*. Pengujian dilakukan terhadap seluruh modul utama, meliputi autentikasi, pengelolaan data, transaksi peminjaman dan pengembalian, pencarian katalog, serta pelaporan. Setiap modul diuji menggunakan skenario *input valid* dan validasi kesalahan (*error handling*). Hasil pengujian *black box* ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2 Hasil pengujian *black box***

Model/Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Output yang Diharapkan	Hasil	Status
Autentikasi Pengguna	<i>Login</i> dengan data <i>valid</i> dan tidak <i>valid</i>	Sistem menampilkan <i>dashboard</i> atau notifikasi <i>error</i>	Sesuai	Berhasil
Manajemen Pengguna	Registrasi, <i>approve</i> akun, blokir akun, <i>restore</i> akun	Data pengguna tersimpan dan status akun berubah	Sesuai	Berhasil
Manajemen Data Buku	Tambah, edit, hapus, <i>restore</i> buku serta <i>generate barcode</i>	Data buku berhasil dikelola dan <i>barcode</i> terbentuk	Sesuai	Berhasil
Manajemen Kategori Buku	Tambah, edit, hapus, <i>restore</i> kategori	Data kategori tersimpan dan diperbarui	Sesuai	Berhasil
Transaksi Peminjaman Manual	<i>Input</i> data buku dan peminjam secara manual	Transaksi peminjaman tercatat dalam sistem	Sesuai	Berhasil
Transaksi Peminjaman Via <i>Barcode</i> Berbasis <i>Webcam Scanner</i>	Pemindaian <i>barcode</i> buku menggunakan <i>webcam</i> dan pilih peminjam	Sistem mendeteksi buku dan peminjam serta mencatat transaksi otomatis	Sesuai	Berhasil
Validasi <i>Barcode</i> Tidak Terdaftar	Pemindaian <i>barcode</i> berbasis <i>webcam</i> yang tidak terdaftar	Sistem menampilkan notifikasi <i>error</i>	Sesuai	Berhasil
Pengembalian Buku	<i>Input</i> data pengembalian buku	Status dan stok buku diperbarui	Sesuai	Berhasil
Pencarian buku	Pencarian berdasarkan judul atau kategori	Sistem menampilkan data buku yang sesuai	Sesuai	Berhasil
Laporan dan <i>Dashboard</i>	Ekspor laporan dan tampilan statistik sistem	Data laporan dapat diunduh dan ditampilkan	Sesuai	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada seluruh modul, menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan seluruh fungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Pengujian juga menunjukkan bahwa sistem dapat menangani kesalahan *input* melalui mekanisme validasi, seperti notifikasi kesalahan *login* dan deteksi *barcode* yang tidak terdaftar. Dengan demikian, sistem dinyatakan memenuhi aspek fungsionalitas perangkat lunak dan layak digunakan dalam operasional perpustakaan sekolah.

#### 4.4.2. Pengujian Efisiensi Waktu Transaksi Peminjaman

Pengujian waktu transaksi dilakukan untuk mengukur tingkat efisiensi sistem setelah integrasi *barcode scanner* berbasis *webcam scanner*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan durasi transaksi peminjaman menggunakan metode manual dan metode *barcode* berbasis *webcam scanner*.

Parameter yang digunakan dalam uji sistem dipaparkan dalam Tabel 3.

**Tabel 3 Parameter uji**

Parameter	Keterangan
Waktu Mulai	Saat proses peminjaman dimulai
Waktu Selesai	Saat transaksi berhasil tersimpan di sistem
Durasi	Selisih waktu antara waktu selesai dan waktu mulai

Durasi transaksi dihitung menggunakan persamaan pada rumus (1) berikut:

$$Durasi = Waktu Selesai - Waktu Mulai \quad (1)$$

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk masing-masing metode guna memperoleh nilai rata-rata yang lebih representatif. Untuk hasil pengujian waktu transaksi diterangkan oleh Tabel 4.

**Tabel 4 Perolehan percobaan waktu transaksi**

Metode	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	Rata-Rata (detik)
Manual	72,4	68,9	75,1	70,3	73,6	72,06
Barcode	25,2	25,4	23,7	23,9	24,2	24,48

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata waktu transaksi menggunakan metode manual adalah 72,06 detik, sedangkan menggunakan *barcode scanner* berbasis *webcam* adalah 24,48 detik. Sedangkan untuk selisih rata-rata waktu transaksi antara metode manual dan *barcode* berbasis *webcam scanner* ditunjukkan pada rumus (2) berikut:

$$72,06 - 24,48 = 47,58 \text{ detik} \quad (2)$$

Persentase efisiensi ditunjukkan oleh rumus (3), dan (4) berikut:

$$Efisiensi(\%) = \frac{T_{manual} - T_{barcode}}{T_{manual}} \times 100\% \quad (3)$$

$$Efisiensi(\%) = \frac{47,58}{72,06} \times 100\% = 66\% \quad (4)$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *barcode scanner* berbasis *webcam* mampu meningkatkan efisiensi waktu transaksi sebesar 66% dibandingkan metode manual, dengan peningkatan efisiensi secara signifikan. Hal ini disebabkan karena proses *input* data dilakukan secara otomatis melalui pemindaian *barcode*, sehingga mengurangi kebutuhan *input* manual. Namun demikian, proses pemindaian menggunakan *webcam* masih memerlukan waktu untuk fokus kamera dan proses *decoding barcode*, sehingga waktu yang dibutuhkan masih lebih lama dibandingkan penggunaan *barcode scanner* berbasis perangkat keras.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penggunaan *barcode scanner* berbasis perangkat keras umumnya memiliki kecepatan yang lebih tinggi karena dirancang khusus untuk proses *scanning* dengan sensitivitas tinggi terhadap *barcode* [3]. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *webcam* tetap mampu meningkatkan efisiensi yang signifikan meskipun menggunakan perangkat umum tanpa tambahan *hardware* khusus. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem berbasis *webcam* dapat menjadi alternatif yang lebih ekonomis dengan tetap mempertahankan efisiensi yang signifikan, meskipun dalam kondisi tertentu seperti pencahayaan rendah atau kualitas kamera yang terbatas, performa *scanning* dapat mengalami penurunan dibandingkan *barcode scanner* konvensional.

#### 4.4.3. Pengujian Akurasi Data

Pengujian akurasi data dilakukan terhadap masing-masing metode sebanyak 10 transaksi peminjaman. Pada metode manual, petugas memasukkan kode buku secara langsung melalui *keyboard*. Pada metode *barcode* berbasis *webcam scanner*, kode buku dimasukkan melalui proses pemindaian menggunakan *barcode scanner* berbasis *webcam*. Tingkat akurasi dihitung menggunakan rumus (5) berikut:

$$Akurasi(\%) = \frac{\text{Jumlah Transaksi Benar}}{\text{Total Transaksi}} \times 100\% \quad (5)$$

Untuk capaian eksperimen diindikasikan pada Tabel 5.

**Tabel 5 Hasil pengujian untuk akurasi data**

Metode	Jumlah Transaksi	Kesalahan Input	Tingkat Akurasi
Manual	10	4	60%
Barcode	10	0	100%

Pada metode manual, ditemukan 4 kesalahan *input* dari 10 transaksi, sehingga tingkat akurasi ditunjukkan oleh rumus (6) berikut:

$$Akurasi(\%) = \frac{6}{10} \times 100\% = 60\% \quad (6)$$

Sedangkan pada metode *barcode* berbasis *webcam scanner* tidak ditemukan kesalahan *input*, sehingga tingkat akurasi ditunjukkan oleh rumus (7) berikut:

$$Akurasi(\%) = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\% \quad (7)$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode manual masih rentan terhadap *human error*, terutama kesalahan pengetikan kode buku atau ketidaksesuaian data saat proses pencatatan transaksi. Sebaliknya, metode *barcode* berbasis *webcam scanner* mampu menghilangkan kesalahan *input* karena sistem secara otomatis membaca kode unik buku dan mencocokkannya langsung dengan data dalam basis data. Proses ini mengurangi intervensi manual serta meminimalkan risiko kesalahan pencatatan. Perbedaan tingkat akurasi sebesar 40% menunjukkan bahwa integrasi *barcode scanner* berbasis *webcam* memberikan peningkatan signifikan terhadap keandalan sistem dalam pengelolaan transaksi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu transaksi, tetapi juga meningkatkan akurasi dan konsistensi data secara terukur.

#### 4.4.4. Pengujian Intensitas Pencahayaan

Pengujian intensitas pencahayaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi pencahayaan terhadap keberhasilan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*. Kualitas citra yang ditangkap kamera dipengaruhi oleh tingkat pencahayaan lingkungan. Pengujian dilakukan dengan tiga kondisi pencahayaan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Intensitas pencahayaan diukur menggunakan aplikasi pengukur lux pada *smartphone*, dan pada setiap kondisi dilakukan 10 kali percobaan pemindaian *barcode*. Hasil pengujian intensitas pencahayaan ditampilkan di Tabel 6.

**Tabel 6 Hasil dalam pengujian intensitas pencahayaan**

Intensitas Pencahayaan	Nilai Lux	Jumlah Percobaan	Berhasil	Gagal	%
Rendah	±50 lux	10	6	4	60%
Sedang	±120 lux	10	8	2	80%
Tinggi	±250 lux	10	10	0	100%

Berdasarkan Tabel 6, menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses pemindaian *barcode* menggunakan *webcam*. Pada pencahayaan rendah ±50 lux, tingkat keberhasilan mencapai 60%. Pada pencahayaan sedang ±120 lux meningkat menjadi 80%, sedangkan pada pencahayaan tinggi ±250 lux seluruh pemindaian berhasil dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil ini sejalan dengan karakteristik *barcode Code 128* yang memiliki kompleksitas pola lebih tinggi dibandingkan *barcode* sederhana seperti *Code 2 of 5*, sehingga membutuhkan kualitas citra yang lebih baik untuk proses *decoding*. Dalam konteks ini, penggunaan *webcam* memiliki keterbatasan dibandingkan *hardware scanner* yang umumnya dilengkapi sensor khusus dan pencahayaan terintegrasi.

#### 4.4.5. Pengujian Kegunaan Sistem (Usability)

Pengujian *usability* dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem. Metode yang digunakan adalah *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert 1–5 (1 = sangat tidak setuju, 5 = sangat setuju). Responden berjumlah 15 orang yang terdiri dari 1 petugas perpustakaan, 1 kepala perpustakaan, 2 guru, dan 11 siswa sebagai pengguna sistem. Pernyataan SUS ditunjukkan pada Tabel 7, sedangkan hasil pengujian SUS ditampilkan pada Tabel 8.

**Tabel 7 Pernyataan SUS**

Pernyataan	Tidak Sepakat Sekali	Tidak Sepakat	Kurang Yakin	Sepakat	Sangat Sepakat
Saya merasa ingin menggunakan sistem ini kembali	1	2	3	4	5
Saya merasa sistem ini terlalu rumit untuk digunakan	1	2	3	4	5
Saya merasa sistem ini dapat mudah digunakan	1	2	3	4	5
Saya merasa membutuhkan bantuan orang lain dalam penggunaan sistem ini	1	2	3	4	5
Keseluruhan <i>fitur</i> dalam sistem ini berjalan baik	1	2	3	4	5
Saya merasa terdapat ketidakkonsistenan dalam sistem ini	1	2	3	4	5
Saya merasa pengguna lain dapat dengan cepat memahami cara menggunakan sistem ini	1	2	3	4	5
Saya merasa sistem ini membingungkan saat digunakan	1	2	3	4	5
Saya merasa percaya diri saat menggunakan sistem ini	1	2	3	4	5
Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini	1	2	3	4	5

**Tabel 8 Hasil pengujian SUS**

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Nilai
R1	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	37	92,5
R2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	38	95,0
R3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	35	87,5
R4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	34	85,0
R5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	30	75,0
R6	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	35	87,5
R7	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	35	87,5
R8	3	3	3	3	4	3	3	3	4	2	31	77,5
R9	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	35	87,5
R10	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	33	82,5
R11	3	4	4	3	4	3	4	4	3	2	34	85,0
R12	3	3	3	3	4	4	3	3	4	2	32	80,0
R13	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	36	90,0
R14	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	35	87,5
R15	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	35	87,5
											Rata-rata	85,8

Berdasarkan Tabel 8, hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki tingkat yang tinggi dalam kemudahan penggunaan. Pengguna menilai sistem mudah dipahami tanpa pelatihan khusus, navigasi menu jelas, serta proses transaksi *barcode* berbasis *webcam* mempermudah pekerjaan. Skor SUS sebesar 85,8 (kategori *excellent*). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun menggunakan teknologi *webcam* yang memiliki keterbatasan dibandingkan perangkat *scanner* khusus, sistem tetap dapat diterima dengan baik oleh pengguna dari segi kenyamanan dan kemudahan penggunaan.

#### 4.5. Maintenance

Tahap pemeliharaan (*maintenance*) dilakukan setelah sistem diimplementasikan untuk memastikan sistem tetap berjalan stabil dan sesuai kebutuhan operasional. Pemeliharaan meliputi

perbaikan kesalahan, pencadangan basis data secara berkala untuk menjaga keamanan data, serta pemantauan performa sistem. Sistem juga dirancang secara modular sehingga memungkinkan pengembangan lanjutan, seperti penambahan *fitur* atau penyesuaian kebijakan perpustakaan. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi secara teknis tetapi juga mendukung keberlanjutan operasional di masa mendatang.

## 5 Kesimpulan

Berdasarkan perolehan riset yang sudah dilaksanakan, web sistem untuk informasi perpustakaan yang terintegrasi dengan *barcode scanner* berbasis *webcam* tanpa *hardware scanner* tambahan berhasil dikembangkan untuk mendukung pengelolaan perpustakaan di SMP Negeri 1 Plumbon. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi proses transaksi peminjaman serta pengembalian buku dibandingkan metode manual. Berdasarkan hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing*, seluruh *fitur* pada sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Hasil percobaan memaparkan jika sistem mampu menaikkan tingkat efisiensi pada transaksi dengan menurunkan rata-rata waktu proses dari 72,06 detik pada metode manual menjadi 24,48 detik pada sistem berbasis *webcam* atau meningkat sebesar 66%. Selain itu, tingkat akurasi pencatatan data meningkat dari 60% menjadi 100%. Pengujian intensitas pencahayaan menunjukkan bahwa kondisi pencahayaan mempengaruhi keberhasilan pemindaian *barcode* menggunakan *webcam scanner*. Evaluasi tingkat kegunaan dengan skala kegunaan sistem didapatkan nilai sebesar 85,8 (kategori *excellent*), sehingga sistem dinilai mudah digunakan oleh pengguna. Namun, sistem memiliki keterbatasan, yaitu kinerja pemindaian *barcode* dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan kualitas kamera. Selain itu, pengukuran intensitas cahaya masih menggunakan aplikasi *smartphone* yang memiliki keterbatasan akurasi. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan metode pengolahan citra yang lebih baik atau teknologi identifikasi lain agar performa pemindaian lebih optimal di berbagai kondisi lingkungan.

## Referensi

- [1] Z. Wasilah, I. Widiyanah, and S. Trihantoyo, "Manajemen Digital Perpustakaan Sekolah untuk Mendorong Literasi Siswa," *J. Educ. Res.*, Vol. 6, No. 1, pp. 114–123, 2025, DOI: 10.37985/jer.v6i1.2262.
- [2] F. Luthfi Asari, R. S. Meimaharini, and T. Khotimah, "Implementasi Sistem Perpustakaan berbasis Web untuk meningkatkan Efisiensi Layanan Peminjaman dan Pengguna," *bit-Tech*, Vol. 7, No. 3, pp. 770–778, 2025, DOI: 10.32877/bt.v7i3.2185.
- [3] R. Putra, W. H. Sugiharto, and M. I. Ghozali, "Sistem Informasi Perpustakaan berbasis Website menggunakan Barcode pada SMPN 01 Keling," *Inf. Syst. J.*, Vol. 8, No. 02, pp. 196–206, 2025, DOI: 10.24076/infosjournal.2025v8i02.2456.
- [4] T. Akhir, "Rancang Bangun Alat Pemindai Dokumen Otomatis untuk Alih Media Digital menggunakan Webcam," 2024.
- [5] Rusito, Suprpti, and Yuli Fitrianto, "Perancangan Sistem Monitoring Kehadiran Karyawan menggunakan Webcam dan Algoritma Eigenface Studi Kasus di PT Bluepoll," *Tek. J. Ilmu Tek. dan Inform.*, Vol. 5, No. 1, pp. 47–59, 2025, DOI: 10.51903/teknik.v5i1.714.
- [6] V. J. S. Costa, N. D. Rumlaklak, and T. Widiastuti, "Rancang Bangun Sistem Informasi Evaluasi Kegunaan Aplikasi menggunakan Metode System Usability Scale (SUS)," *Jpati*, Vol. 1, No. 1, pp. 33–39, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.jalaberkat.com/index.php/jpati/article/view/22>
- [7] Lindawati, M. Sarjan, and A. Kahpi, "Pengembangan Aplikasi Mobile untuk Inventaris pada Laboratorium Komputer menggunakan Teknologi Barcode," Vol. 11, No. 2, pp. 19–24, 2025.
- [8] T. Haryanti, "Sistem Informasi Perpustakaan menggunakan Barcode," *Smart Comp Jurnalnya Orang Pint. Komput.*, Vol. 11, No. 1, pp. 29–36, 2022, DOI: 10.30591/smartcomp.v11i1.3219.
- [9] P. Barcode, D. Perpustakaan, and U. Muhammadiyah, "JIPIS," Vol. 03, No. 1, pp. 70–75, 2024.
- [10] M. A. Khunaifi, D. S. A. Pambudi, and A. Z. Arfianto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Web Kamera pada Smart Autopilot Unmanned Ship berbasis Web Real Time Communications (Web-RTC)," *Saintara J. Ilm. Ilmu-Ilmu Marit.*, Vol. 6, No. 2, pp. 105–111, 2022, DOI:

- 10.52475/saintara.v6i2.166.
- [11] F. Marpaung, F. Aulia, and R. C. Nabila, *Computer Vision dan Pengolahan Citra Digital*. 2022. [Online]. Available: [www.pustakaaksara.co.id](http://www.pustakaaksara.co.id)
  - [12] I. N. Y. Setiawan and L. P. A. S. Tjahyanti, "Optimization of Face Recognition Systems with Image Processing," *J. Komput. dan Teknol. Sains Vol.*, Vol. 3, No. 1, pp. 18–22, 2024.
  - [13] B. S. Prabowo and I. P. Rochana, "Evaluasi Kenyamanan Pencahayaan Alami pada Ruang Produksi," pp. 559–564, 2024.
  - [14] N. Nuroji, "Penerapan Metode Agile dalam Permodelan Sistem Informasi *Inventory* Barang," *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, Vol. 1, No. 4, pp. 138–145, 2023, DOI: 10.58602/jaiti.v1i4.82.
  - [15] E. N. Pasaribu, "Studi Analisis Model *Waterfall*," Vol. 5, pp. 1–13, 2026.