

Implementasi Autentikasi QR Code Berbasis Standar ISO/IEC 18004 Menggunakan Tanda Tangan Digital

Eka Wijaya Paula, Andi Ircham Hidayat*, Nurkhalik Wahdania Asbara

Sistem dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia, Makassar. Indonesia

e-mail: ¹paula@nobel.ac.id, ²*hidayat.ircham@gmail.com, ³khalikwahdania@nobel.ac.id

Email Penulis Korespondensi: hidayat.ircham@gmail.com

Submitted: 04/03/2026; Accepted: 28/03/2026; Published: 31/03/2026

Abstrak— Transformasi administrasi digital menuntut mekanisme verifikasi dokumen yang cepat, akurat, dan dapat dipercaya. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem validasi surat tugas berbasis web yang memanfaatkan QR Code sesuai standar ISO/IEC 18004 yang dikombinasikan dengan mekanisme tanda tangan digital dan verifikasi pada sisi server. Pendekatan yang digunakan adalah metode prototype iteratif yang meliputi tahap komunikasi kebutuhan, perencanaan cepat, perancangan cepat, konstruksi, serta penerapan dan umpan balik. Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel dengan dukungan pustaka generator QR Code. Kode QR yang dihasilkan memuat URL verifikasi bertoken yang dilengkapi masa berlaku serta mekanisme pencatatan aktivitas melalui audit log. Kontribusi utama penelitian ini adalah pengembangan model *otentikasi* dokumen yang mengintegrasikan QR Code berstandar ISO/IEC 18004 dengan mekanisme tanda tangan digital berbasis token dan verifikasi server-side sehingga memungkinkan pengendalian status dokumen secara dinamis (*valid*, *invalid*, *expired*, atau *revoked*). Hasil pengujian blackbox terhadap 14 skenario menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, sementara pengujian keterbacaan menunjukkan tingkat keberhasilan pemindaian $\geq 99\%$ pada dokumen digital maupun cetak A4 dengan penerapan *quiet zone* minimal empat modul dan *Error Correction Code* level Q. Waktu verifikasi sejak proses pemindaian hingga penampilan status dokumen berada di bawah target operasional (<10 detik). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berkontribusi pada peningkatan keamanan, akuntabilitas, dan kemudahan verifikasi dokumen administrasi secara praktis dan mudah direplikasi pada lingkungan kelembagaan.

Kata Kunci: Sistem Validasi Digital; Surat Tugas; ISO/IEC-18004; Secure QRCode; Prototipe

Abstract—The transformation of digital administration demands a fast, accurate, and trustworthy document verification mechanism. This research aims to design and implement a web-based assignment letter validation system that utilizes QR Codes according to the ISO/IEC 18004 standard combined with a digital signature mechanism and server-side verification. The approach used is an iterative prototype method which includes the stages of needs communication, rapid planning, rapid design, construction, and implementation and feedback. The system was developed using the Laravel framework with the support of the QR Code generator library. The generated QR code contains a tokenized verification URL that comes with an expiration date as well as an activity logging mechanism through log auditing. The main contribution of this research is the development of a document authentication model that integrates ISO/IEC 18004 standard QR Codes with token-based digital signature mechanisms and server-side verification so that it allows dynamic control of document status (*valid*, *invalid*, *expired*, or *revoked*). The results of the blackbox test on 14 scenarios showed a 100% success rate, while the readability test showed a $\geq 99\%$ scanning success rate on both digital and A4 printed documents with the implementation of a quiet zone of at least four modules and Error Correction Code level Q. The verification time from the scanning process to the appearance of the document status was below the operational target (<10 seconds). The results of the study show that the developed system can contribute to improving security, accountability, and ease of verification of administrative documents in a practical and easily replicated manner in the institutional environment.

Keywords: Digital Validation System; Assignment Letter; ISO/IEC-18004; Secure QRCode; Prototype

1. PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan administrasi surat-menyurat menjadi kebutuhan yang semakin mendesak bagi berbagai lembaga[1], baik institusi pemerintahan, organisasi pendidikan, maupun lembaga penelitian[2]. Perkembangan teknologi informasi telah mendorong transformasi proses administrasi dari sistem konvensional menuju sistem digital yang lebih terintegrasi dan efisien. Dalam konteks ini, sistem informasi berbasis web menjadi salah satu solusi yang banyak diadopsi untuk mendukung proses penerbitan surat tugas secara lebih cepat, terstruktur, dan mudah diakses oleh berbagai pihak yang berkepentingan. Pemanfaatan sistem berbasis web tidak hanya mampu mempercepat proses administrasi, tetapi juga berkontribusi dalam meminimalkan penggunaan kertas serta meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan dan pengarsipan dokumen. Melalui sistem digital, dokumen dapat disimpan secara terpusat dan diakses kapan saja tanpa batasan ruang dan waktu. Meskipun demikian, implementasi sistem administrasi digital masih menghadapi tantangan penting, terutama terkait dengan aspek keamanan dan keaslian dokumen yang diterbitkan. Tanpa adanya mekanisme verifikasi yang kuat, dokumen digital berpotensi mengalami manipulasi atau penyalahgunaan, sehingga diperlukan pendekatan teknologi yang mampu menjamin integritas dan autentikasi dokumen secara lebih andal.

Permasalahan yang umum terjadi dalam pengelolaan dokumen administrasi digital adalah potensi manipulasi atau pengeditan file surat tugas yang telah diunduh oleh pengguna. Dokumen yang telah tersimpan dalam format digital sering kali dapat diubah tanpa meninggalkan jejak yang mudah dideteksi oleh pihak penerbit maupun pihak yang menerima dokumen tersebut. Kondisi ini tentu dapat menurunkan kredibilitas institusi serta membuka celah penyalahgunaan dokumen untuk kepentingan yang tidak semestinya. Dalam praktiknya, dokumen yang telah dimodifikasi dapat tetap disebar atau digunakan tanpa adanya mekanisme yang mampu memastikan apakah dokumen tersebut masih sesuai dengan versi asli yang diterbitkan oleh lembaga. Hal ini menunjukkan bahwa aspek keamanan dan integritas dokumen digital masih menjadi tantangan penting dalam pengelolaan administrasi berbasis teknologi informasi.

Selain itu, belum tersedianya mekanisme verifikasi yang mampu menjamin keaslian dokumen secara cepat, aman, dan mudah diakses oleh pihak eksternal menyebabkan proses pengecekan keabsahan dokumen menjadi kurang efektif. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem validasi surat tugas berbasis web yang memanfaatkan teknologi QR Code sesuai standar ISO/IEC 18004 serta integrasi mekanisme tanda tangan digital dan verifikasi berbasis token pada sisi server guna meningkatkan keamanan dan keandalan proses autentikasi dokumen. Dengan pendekatan ini, diharapkan proses verifikasi dapat dilakukan secara lebih cepat, transparan, dan akurat sehingga mampu mendukung tata kelola administrasi digital yang lebih aman dan akuntabel. Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan banyak digunakan dalam proses validasi dokumen digital[3] adalah barcode, khususnya QR Code[4]. Teknologi ini memungkinkan penyisipan informasi terenkripsi, seperti ID dokumen, tautan ke sistem verifikasi, atau hasil tanda tangan digital. Dengan QR Code[5], pengguna atau pihak penerima surat dapat memindai kode tersebut untuk memastikan keaslian surat secara langsung melalui sistem berbasis web.

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengembangan sistem validasi keamanan dokumen menggunakan teknologi qrcode[6], [7], [8], [9], dibangun dengan berbagai macam metode enkripsi[10] RSA[11], AES128[12], serta *lossless compression technology*[13]. Pendekatan tersebut umumnya berfokus pada penyematan informasi autentikasi langsung di dalam QR Code, seperti hash dokumen atau tanda tangan digital statis. Meskipun metode tersebut mampu menjaga integritas dokumen, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan dalam aspek pengelolaan siklus hidup dokumen, seperti kemampuan untuk memperbarui status dokumen setelah diterbitkan, melakukan pencabutan dokumen, serta memantau riwayat akses secara sistematis. Selain itu, QR Code dalam sistem ini tidak hanya menjadi sarana pemindai, tetapi juga memuat informasi terenkripsi seperti ID surat, tanggal penerbitan, dan tanda tangan digital yang akan diverifikasi secara otomatis oleh sistem melalui koneksi ke basis data internal menggunakan ISO/IEC-18004 Compliant QRCode, dan ditampilkan pada web portal. Pendekatan ini menggabungkan keamanan kriptografi dan verifikasi real-time, yang memberikan keunggulan signifikan dibandingkan sistem konvensional. Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini memberikan beberapa kontribusi ilmiah.

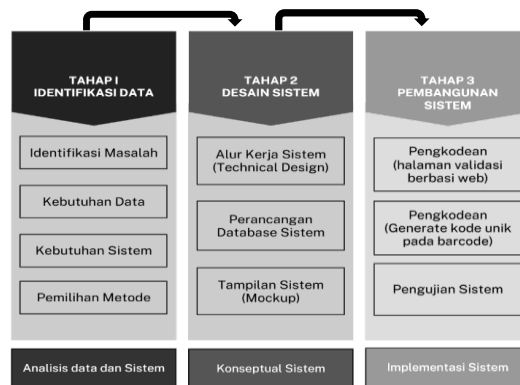
Pertama, penelitian ini mengusulkan model autentikasi dokumen berbasis QR Code yang mematuhi standar ISO/IEC 18004 dengan integrasi mekanisme tanda tangan digital dan verifikasi berbasis token pada sisi server. Kedua, sistem yang dikembangkan memungkinkan pengelolaan status dokumen secara dinamis melalui mekanisme valid, expired, dan revoked tanpa perlu menerbitkan ulang dokumen fisik. Ketiga, penelitian ini menghadirkan mekanisme audit log yang mampu merekam aktivitas verifikasi dokumen sehingga meningkatkan aspek akuntabilitas dan transparansi dalam pengelolaan administrasi digital. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada aspek teknis pengembangan sistem, tetapi juga pada penguatan tata kelola dokumen digital di lingkungan kelembagaan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem validasi surat tugas berbasis web yang memanfaatkan teknologi QR Code sesuai dengan standar ISO/IEC 18004. Sistem ini dikembangkan dengan mengintegrasikan mekanisme tanda tangan digital serta proses verifikasi yang dilakukan pada sisi server untuk memastikan keaslian dan integritas dokumen yang diterbitkan. Melalui pendekatan tersebut, setiap dokumen surat tugas yang dihasilkan dapat dilengkapi dengan QR Code yang berfungsi sebagai media autentikasi dan penghubung ke sistem verifikasi resmi. Dengan adanya sistem ini, proses pengecekan keabsahan dokumen dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan transparan oleh berbagai pihak yang berkepentingan. Selain itu, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan keamanan dokumen administrasi, meminimalkan potensi manipulasi data, serta mendukung pengelolaan administrasi digital yang lebih efisien dan terpercaya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilaksanakan pada penelitian ini tergambar melalui diagram pada gambar 1.

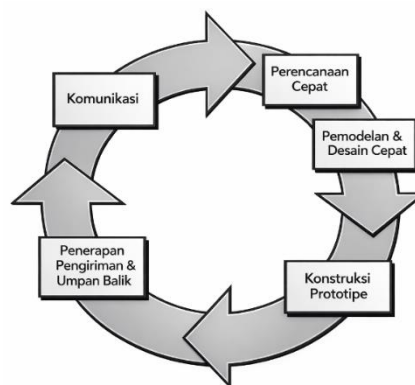


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Diagram menampilkan tiga tahap terstruktur yang saling berulang, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan pengujian. Alur dibagi menjadi: (1) Identifikasi Data, (2) Desain Sistem, dan (3) Pembangunan Sistem. Setiap tahap menghasilkan luaran yang menjadi masukan bagi tahap berikutnya. Pendekatan pemecahan masalah dalam penelitian ini didasarkan pada identifikasi kelemahan sistem sebelumnya, yaitu tidak adanya mekanisme validasi keamanan pada dokumen surat tugas digital yang memungkinkan dokumen tersebut diedit secara tidak sah. Berdasarkan rumusan masalah mengenai bagaimana merancang sistem validasi yang dapat menjamin keaslian dokumen,

2.1.1 Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem validasi surat tugas berbasis web yang diterapkan pada lingkungan lembaga penelitian di perguruan tinggi. Objek penelitian adalah proses penerbitan dan verifikasi dokumen surat tugas digital yang sebelumnya belum dilengkapi dengan mekanisme autentikasi yang memadai. Sistem yang dikembangkan ditujukan untuk digunakan oleh beberapa aktor utama, yaitu administrator sistem yang bertugas membuat dan menerbitkan surat tugas, serta pihak eksternal atau penerima surat yang melakukan proses verifikasi dokumen melalui pemindaian QR Code. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengembangkan perangkat lunak, tetapi juga mengevaluasi proses validasi dokumen dalam konteks penggunaan nyata pada administrasi institusi. penelitian ini mengadopsi pendekatan pengembangan sistem berbasis metode prototype, metode ini dipilih agar sistem yang dibangun benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna, khususnya dalam hal keamanan dan keaslian dokumen. Proses pengembangan dimulai dari identifikasi kebutuhan, pembuatan prototype awal yang memuat fitur utama seperti pembuatan surat tugas, penyisipan QR Code, dan halaman verifikasi, Evaluasi sistem dilakukan menggunakan pendekatan pengujian fungsional (blackbox testing) untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditentukan, sehingga sistem mencapai bentuk yang optimal. Pendekatan ini memungkinkan pengujian fungsionalitas secara cepat dan fleksibel, serta mendorong partisipasi aktif pengguna dalam penyempurnaan sistem[14].



Gambar 2. Model Prototipe

2.2 Komunikasi

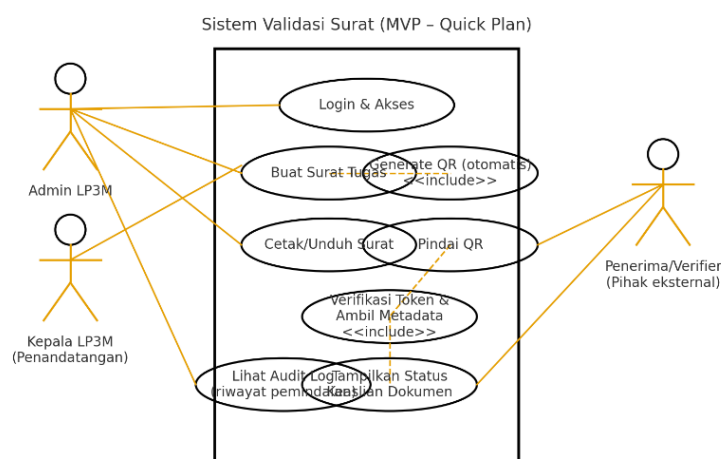
Tahap awal berfokus pada penggalan kebutuhan sistem, aktivitas ini mengidentifikasi masalah utama yaitu, risiko pemalsuan atau manipulasi dokumen dan inefisiensi verifikasi, menetapkan ruang lingkup, serta mendefinisikan kriteria keberhasilan[15]. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu wawancara, observasi, dan studi dokumentasi. Wawancara dilakukan kepada pihak yang terlibat dalam

pengelolaan surat tugas, seperti admin administrasi dan pimpinan lembaga, untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem serta permasalahan yang terjadi pada proses verifikasi dokumen. Observasi dilakukan terhadap alur penerbitan surat tugas yang berjalan untuk memahami proses bisnis yang ada dan potensi risiko manipulasi dokumen. Selain itu, studi dokumentasi dilakukan dengan menelaah dokumen surat tugas yang telah diterbitkan sebelumnya serta referensi terkait teknologi QR Code dan mekanisme autentikasi dokumen digital.

2.2. Perencanaan Cepat dan Pemodelan dan Desain Cepat

2.2.1 Perencanaan Cepat

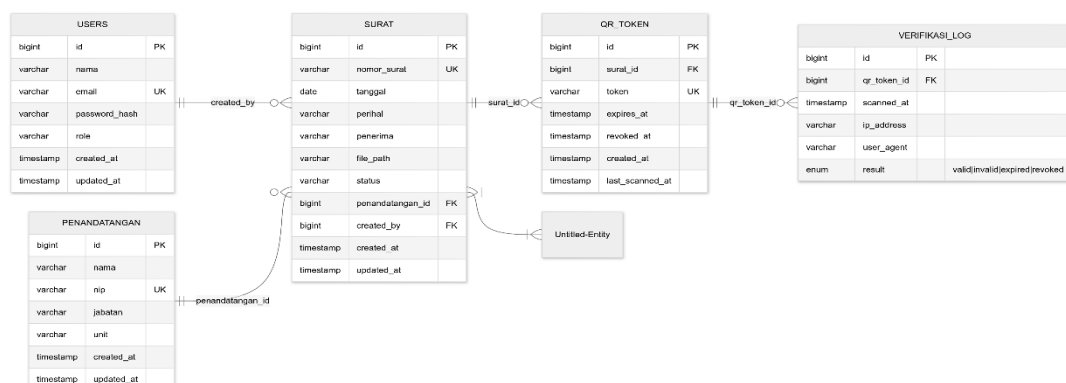
Berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi, disusun rencana iterasi cepat dengan cakupan Minimum Viable Product (MVP) yang meliputi pembuatan surat tugas, penyematan kode QR yang memuat URL verifikasi berbasis token, pengembangan halaman verifikasi pada sisi server, serta pencatatan audit log. Rencana teknis juga mencakup pemilihan teknologi yang digunakan, yaitu framework Laravel, pustaka simple-qrcode atau Bacon qrcode, basis data relasional, serta penerapan mekanisme keamanan sistem.



Gambar 3. Use Case Sistem Validasi Sistem

2.2.2. Pemodelan dan Desain Cepat

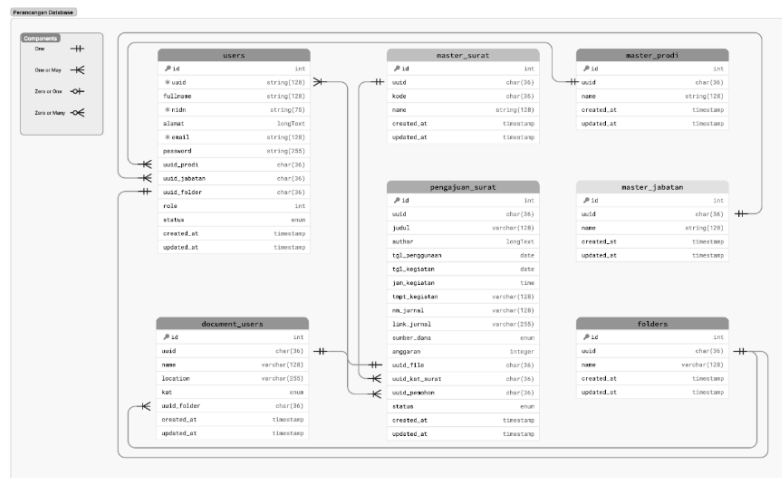
Perancangan sistem dilakukan secara proporsional agar proses implementasi tetap terarah tanpa mengurangi kesesuaian terhadap kebutuhan fungsional. Alur proses dimodelkan dengan urutan kegiatan yang meliputi pembuatan surat, pembuatan kode QR, publikasi atau pencetakan dokumen, proses pemindaian, verifikasi data, serta penampilan status validasi. Model data yang digunakan mencakup beberapa entitas utama, yaitu surat, penandatangan, qr_token: id_surat, token, expiry, status, serta verifikasi_log. Selain itu, spesifikasi teknis kode QR telah ditetapkan sejak tahap perancangan, meliputi format keluaran SVG untuk penggunaan pada web dan PNG untuk kebutuhan pencetakan, serta penerapan Error Correction Code pada level Q untuk meningkatkan ketahanan pemindaian pada dokumen yang dilengkapi tanda tangan atau stempel. Antarmuka awal juga dirancang untuk mendukung form pembuatan surat, pratinjau kode QR, serta halaman verifikasi[16].



Gambar 4. ERD Plant UML Sistem

2.3 Konstruksi Prototipe

Perancangan Pada tahap ini prototipe end-to-end dibangun sebagai prototipe fungsional terintegrasi yang dapat digunakan. Modul generator QR mengubah URL verifikasi bertanda tangan menjadi simbol QR, dan halaman verifikasi memvalidasi token, mengambil metadata surat dari basis data, lalu menampilkan status valid/tidak valid beserta rincian dokumen[17].



Gambar 5. Rancangan database sistem

Perancangan database Surat tugas menyimpan jenis surat dan detail terkait seperti ID surat, jenis surat, dan tanggal pengajuan), serta dokumen menyimpan data validasi seperti ID validasi, ID admin, dan status. Relasi antar tabel ditentukan melalui *foreign key* yang menghubungkan, Pengguna dengan Surat tugas berdasarkan ID pengguna. Struktur ini memastikan setiap pengguna dapat mengajukan dan melacak beberapa surat dengan menjaga integritas data dan alur validasi.

2.4 Penerapan dan Umpan Balik

Tahap ini adalah pelaksanaan uji lapangan terhadap prototipe yang telah dikembangkan guna mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem. Pada tahapan ini seluruh surat resmi diterbitkan melalui sistem guna mengumpulkan metrik kinerja yaitu waktu verifikasi, analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif dengan mengevaluasi hasil pengujian fungsional terhadap setiap skenario pengujian yang telah dirancang. Tingkat keberhasilan sistem diukur berdasarkan kesesuaian antara hasil aktual dengan hasil yang diharapkan pada setiap fungsi sistem [18], [19].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Pada penelitian ini, validasi keaslian surat tugas dilakukan dengan menyematkan QR Code (2D matrix code) yang mematuhi standar ISO/IEC 18004. Data yang diencode berupa URL verifikasi yang mengidentifikasi dokumen (ID) dan token terproteksi. Saat dipindai, perangkat pengguna mengekstrak URL dan mengarah ke endpoint verifikasi; server kemudian memeriksa token/ID, mengambil metadata asli dari basis data, dan menampilkan status valid/tidak valid beserta rincian dokumen. Secara algoritmik, proses generasi QR di sisi server meliputi: (1) pembentukan *signedUrl* dari *id_surat*, *expiry*, tanda tangan; (2) pemilihan mode byte dan pembentukan bitstream; (3) penentuan versi dan mask pattern; (4) penambahan Reed–Solomon Error Correction (ECC); dan (5) rendering sebagai SVG untuk tampilan digital atau PNG 300 DPI untuk cetak. Implementasi dilakukan melalui pustaka Laravel *simple-qrcode* yang tersaji pada gambar 7.

```

    @php
    $signedUrl = route('verify.show', ['t' => $token]); // URL + token sesi
    $qrcode = \SimpleSoftwareIO\QrCode\Facades\QrCode
        ::format('svg') // svg untuk web; gunakan 'png' untuk cetak
        ->size(120) // sisi simbol (px)
        ->margin(4) // quiet zone ≥ 4 modul
        ->errorCorrection('Q') // ECC Q ≈ 25%
    
```

```
->generate($signedUrl);
@endphp
{!! $qrcode !!}
```

Gambar 6. Potongan Algoritma Blade/Laravel

Parameter yang digunakan pada gambar 7:

- Payload: URL verifikasi bertanda tangan (/verify?t=<token>), opsional dilengkapi *expiry*. Pendekatan ini sejalan dengan praktik verifikasi dokumen berbasis QR pada literatur[3]
- Format keluaran: SVG (web) dan PNG 300 DPI (cetak).
- Ukuran & keterbacaan: size 120 px dengan *quiet zone* margin ≥ 4 modul; untuk cetak, tinggi modul disarankan $\geq 0,8-1,0$ mm.
- Level ECC: Q ($\approx 25\%$) agar tetap terbaca saat ada stempel/tanda tangan di sekitar simbol; dapat dinaikkan ke H jika ruang mencukupi.
- Keamanan: token bertenggat + verifikasi server-side; opsional penambahan tanda tangan digital pada record/URL untuk menjamin integritas.

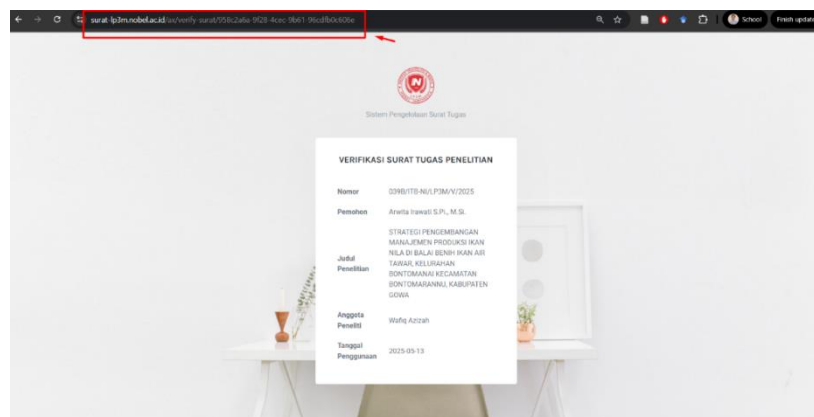
Dengan konfigurasi tersebut, QR Code yang disisipkan pada dokumen surat tugas, baik dalam bentuk digital maupun cetak, tetap dapat dipindai dan dioperasikan menggunakan berbagai aplikasi pemindai QR Code yang umum tersedia pada perangkat seluler. Hal ini memastikan bahwa proses verifikasi dokumen dapat dilakukan dengan mudah oleh berbagai pihak tanpa memerlukan aplikasi khusus. Selain itu, penggunaan mekanisme Error Correction Code (ECC) pada QR Code memberikan tingkat ketahanan yang lebih baik terhadap gangguan atau kerusakan fisik pada kode, seperti goresan, lipatan, atau kualitas cetak yang kurang sempurna, sehingga kode tetap dapat dibaca oleh perangkat pemindai. Di sisi lain, aspek keamanan sistem juga diperkuat melalui mekanisme verifikasi yang dilakukan pada sisi server (server-side verification). Dalam pendekatan ini, proses validasi tidak bergantung pada informasi yang tercetak secara visual pada dokumen, melainkan pada data otoritatif yang tersimpan dalam basis data sistem. Ketika QR Code dipindai, sistem akan menghubungkan kode tersebut dengan data yang tersimpan di server untuk memastikan keaslian serta status dokumen secara real time. Dengan mekanisme ini, potensi manipulasi dokumen dapat diminimalkan karena setiap proses verifikasi selalu merujuk pada sumber data resmi yang dikelola oleh sistem. Pendekatan ini memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi sekaligus meningkatkan kepercayaan terhadap dokumen administrasi digital yang diterbitkan oleh institusi.

3.1.1 Keterbacaan dan Keandalan Pemindaian

Gambar 8 menampilkan hasil proses pembangkitan (generate) QR Code yang kemudian disisipkan pada bagian blok tanda tangan dalam dokumen surat tugas yang telah diterbitkan oleh sistem. QR Code tersebut berfungsi sebagai media autentikasi yang menghubungkan dokumen fisik maupun digital dengan sistem verifikasi yang berada pada server. Ketika kode tersebut dipindai menggunakan perangkat pemindai seperti kamera ponsel atau aplikasi pemindai QR Code, sistem secara otomatis akan mengarahkan pengguna ke laman verifikasi resmi yang telah disediakan. Pada halaman tersebut, pengguna dapat melihat informasi atau metadata terkait surat tugas yang bersangkutan, seperti nomor surat, nama pihak yang ditugaskan, tanggal penerbitan, serta status validitas dokumen. Mekanisme ini memungkinkan proses pengecekan keaslian dokumen dilakukan secara cepat, mudah, dan transparan oleh pihak internal maupun eksternal, sehingga dapat meminimalkan potensi pemalsuan atau manipulasi dokumen administrasi.



Gambar 7. Tampilan QRcode validasi



Gambar 8. Halaman url validasi qrcode

Hasil pemindaian QR membawa pengguna ke tautan verifikasi unik berbasis token/UUID pada URL yang menampilkan halaman verifikasi. Pada halaman ini, sistem mengambil data otoritatif dari basis data dan menampilkan atribut kunci surat secara real-time antara lain Nomor surat, Pemohon, Judul Penelitian, serta Tanggal Penggunaan, sehingga pihak pemeriksa dapat langsung mencocokkan isi dokumen fisik/digital dengan rekaman resmi sistem tanpa perlu login. Dari sisi keaslian, token di URL diverifikasi terlebih dahulu seperti status (valid/invalid/expired/revoked), hanya token yang sah yang akan memunculkan detail surat, sedangkan token salah atau kedaluwarsa ditolak. Mekanisme ini mencegah pemalsuan karena informasi yang terlihat bukan hasil edit pada file surat, melainkan data langsung dari server, sekaligus setiap akses tercatat pada audit log untuk kebutuhan pelacakan dan tata kelola.

3.2. Hasil Uji Fungsional keseluruhan sistem (Blackbox)

Hasil dari penelitian ini adalah sistem penerbitan surat tugas berbasis web dengan sistem keamanan dan validasi keaslian surat tugas menggunakan teknologi barcode/QRcode. Sistem ini diuji dengan menggunakan metode blackbox. Tabel 1 berisi semua fungsi yang terdapat pada sistem. Hasil pengujian adalah semua fungsi dapat digunakan sesuai dengan yang diharapkan pada berbagai skenario pengujian yang diuji.

Tabel 1. Balckbox Testing Sistem

ID	Indikator	Test Case	Prekondisi	Langkah Uji	Hasil Diharapkan	Hasil Aktual
1	Login & Akses	Login kredensial valid	Akun admin terdaftar & aktif	Masukkan email & password yang benar lalu klik Login	Masuk ke dashboard tanpa error	Sesuai
2	Login & Akses	Login kredensial tidak valid	Akun admin tidak cocok / password salah	Masukkan email/password salah lalu login	Tampil pesan galat autentikasi, tidak masuk sistem	Sesuai
3	Pembuatan Surat	Buat surat dengan data lengkap	Pengguna sudah login sebagai admin	Isi seluruh field wajib dan simpan	Record surat tersimpan; nomor_surat unik; status 'draft/terbit' sesuai	Sesuai
4	Validasi Form	Field wajib kosong	Pengguna sudah login sebagai admin	Biarkan 1–2 field wajib kosong lalu simpan	Muncul validasi field; data tidak tersimpan	Sesuai
5	Generate QR	QR otomatis saat simpan	Surat berhasil disimpan	Periksa tampilan surat/pratinjau	QR tampil; berisi URL verifikasi bertoken	Sesuai
6	Konten QR	Format URL verifikasi	Surat terbit; token aktif	Decode QR (scanner) lihat URL	URL bentuk /verify?t=<token>; token tidak kosong & unik	Sesuai

7	Cetak/Unduh	Ekspor PDF/unduh	Surat terbit	Klik Cetak/Unduh	File dapat diunduh; QR terlihat pada output	Sesuai
8	Verifikasi Token	Token valid	Token aktif & belum kedaluwarsa	Pindai QR / buka URL	Status: VALID; metadata surat tampil	Sesuai
9	Verifikasi Token	Token tidak valid	Gunakan token palsu/ubah 1-2 karakter	Buka URL dengan token modifikasi	Status: INVALID; tanpa metadata sensitif	Sesuai
10	Verifikasi Token	Token kedaluwarsa	Atur expiry singkat lalu lewatkan waktu	Buka URL setelah kedaluwarsa	Status: EXPIRED; verifikasi ditolak	Sesuai
11	Pembatalan (Revoke)	Token dicabut	Admin lakukan revoke pada surat/token	Buka URL setelah revoke	Status: REVOKED; verifikasi ditolak	Sesuai
12	Audit Log	Pencatatan pemindaian	Token valid/invalid/expired	Lakukan pemindaian pada tiga kondisi	Log berisi waktu, IP, user_agent, hasil	Sesuai
13	Keamanan Dasar	Rate limiting endpoint verifikasi	Konfigurasi rate-limit aktif	Lakukan >N request cepat dari IP sama	Permintaan dibatasi (HTTP 429/penolakan)	Sesuai
14	RBAC	Hak akses pembuatan surat	Login sebagai non-admin	Akses menu pembuatan surat	Akses ditolak/redirect, tidak bisa membuat surat	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian fungsional yang dilakukan terhadap 14 kasus pengujian, seluruh skenario pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap fungsi utama yang dikembangkan dalam sistem telah berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah dirancang pada tahap perancangan sistem. Pengujian mencakup berbagai komponen penting, mulai dari proses autentikasi pengguna melalui fitur login, proses pembuatan dan pencetakan surat tugas, hingga proses pembangkitan QR Code yang digunakan sebagai sarana verifikasi keaslian dokumen. Selain itu, sistem juga berhasil menjalankan mekanisme verifikasi QR Code dengan berbagai kondisi status dokumen, seperti valid, tidak valid (invalid), kedaluwarsa (expired), maupun dicabut (revoked). Lebih lanjut, pengujian juga mencakup fitur pendukung keamanan sistem, seperti pencatatan aktivitas pengguna melalui audit log, mekanisme pembatasan permintaan akses (rate-limiting) untuk mencegah penyalahgunaan layanan verifikasi, serta pengendalian hak akses melalui kontrol akses berbasis peran pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur tersebut mampu berfungsi secara optimal dan konsisten sesuai dengan rancangan sistem. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat dinilai memiliki tingkat keandalan fungsional yang baik serta mampu mendukung proses validasi dokumen secara aman, terstruktur, dan dapat dipertanggungjawabkan dalam lingkungan administrasi digital.

3.1 Pembahasan

Dibandingkan dengan pendekatan penandatanganan digital yang menanamkan informasi autentikasi secara langsung pada kode QR[20], pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melalui token verifikasi yang terhubung dengan basis data memiliki keunggulan yang lebih fleksibel dalam pengelolaan dan pengendalian dokumen digital. Pada beberapa penelitian sebelumnya[21], mekanisme autentikasi dokumen umumnya dilakukan dengan menyematkan informasi hash, tanda tangan digital, atau data terenkripsi langsung pada kode QR yang tercetak pada dokumen. Pendekatan tersebut memang mampu menjamin integritas dokumen, namun memiliki keterbatasan dalam hal pengelolaan siklus hidup dokumen setelah dokumen tersebut diterbitkan. Apabila terjadi perubahan status dokumen, seperti pembatalan, pencabutan, atau pembaruan informasi, maka dokumen biasanya harus diterbitkan kembali dengan kode QR yang baru agar informasi autentikasi tetap valid.

Sebaliknya, pendekatan berbasis token yang diterapkan dalam penelitian ini memungkinkan proses verifikasi dilakukan melalui koneksi ke basis data pada sisi server. Dengan mekanisme tersebut, status dokumen dapat dikelola secara dinamis tanpa harus melakukan penerbitan ulang dokumen fisik maupun digital. Sistem dapat melakukan pembaruan status dokumen, seperti valid, kedaluwarsa (expired), atau dicabut (revoked), secara langsung pada basis data. Selain itu, sistem juga mampu mencatat seluruh aktivitas verifikasi melalui mekanisme audit log, sehingga riwayat pemindaian dan akses dokumen dapat ditelusuri secara sistematis. Fitur ini tidak hanya

meningkatkan tingkat keamanan dokumen, tetapi juga memperkuat aspek akuntabilitas dan transparansi dalam pengelolaan administrasi.

Dalam konteks implementasi pada lingkungan kelembagaan, pendekatan ini memberikan nilai tambah yang signifikan dibandingkan dengan metode verifikasi dokumen yang bersifat statis. Kemampuan untuk melakukan pencabutan dokumen tanpa penerbitan ulang, memantau riwayat akses, serta mengendalikan status dokumen secara terpusat menjadikan sistem lebih adaptif terhadap kebutuhan pengelolaan administrasi modern. Oleh karena itu, solusi yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme autentikasi dokumen, tetapi juga sebagai sarana penguatan tata kelola dokumen digital yang lebih aman, transparan, dan mudah diaudit. Pendekatan ini sekaligus memperkaya pengembangan sistem verifikasi dokumen berbasis QR Code dengan menawarkan model pengelolaan yang lebih dinamis dan sesuai dengan kebutuhan operasional organisasi.

3.4 Keterbatasan Sistem dan Implikasi Keamanan

Meskipun sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan kinerja yang baik dalam proses verifikasi dokumen dan mampu mendukung mekanisme validasi secara efektif, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Keterbatasan tersebut berkaitan dengan aspek teknis sistem maupun ruang lingkup implementasi yang masih dapat dikembangkan lebih lanjut pada penelitian berikutnya. Identifikasi terhadap keterbatasan ini penting untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi operasional sistem serta menjadi dasar dalam pengembangan teknologi yang lebih optimal di masa mendatang.

Pertama, mekanisme verifikasi dokumen yang diterapkan dalam sistem masih bergantung pada koneksi jaringan karena proses validasi dilakukan melalui komunikasi dengan server. Ketika QR Code dipindai, sistem harus mengakses basis data pada server untuk memeriksa keaslian dan status dokumen secara real time. Ketergantungan ini dapat menjadi kendala pada kondisi jaringan yang tidak stabil atau pada lingkungan kerja yang memiliki keterbatasan akses internet. Dalam situasi tersebut, proses verifikasi dokumen dapat mengalami keterlambatan atau bahkan tidak dapat dilakukan sama sekali hingga koneksi jaringan tersedia kembali.

Kedua, sistem autentikasi yang digunakan dalam penelitian ini masih berfokus pada mekanisme token berbasis URL yang dihasilkan oleh sistem. Meskipun metode ini relatif sederhana dan mudah diimplementasikan, tingkat keamanannya sangat bergantung pada pengelolaan token serta perlindungan terhadap potensi penyalahgunaan tautan verifikasi. Jika tautan tersebut dibagikan secara tidak terkendali atau diakses oleh pihak yang tidak berwenang, terdapat kemungkinan terjadinya akses terhadap informasi verifikasi dokumen tanpa kontrol yang memadai. Oleh karena itu, pengembangan lanjutan perlu mempertimbangkan integrasi mekanisme keamanan yang lebih kuat, seperti penerapan tanda tangan digital berbasis infrastruktur kunci publik, enkripsi data, maupun mekanisme autentikasi tambahan untuk meningkatkan perlindungan terhadap dokumen administrasi digital.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem validasi surat tugas berbasis web yang memanfaatkan teknologi QR Code sesuai dengan standar ISO/IEC 18004 serta menerapkan mekanisme verifikasi pada sisi server (server-side verification). Sistem yang dikembangkan dirancang untuk mendukung proses autentikasi dokumen secara lebih aman, terstruktur, dan mudah diakses oleh berbagai pihak yang berkepentingan. Melalui pendekatan ini, setiap dokumen surat tugas yang diterbitkan oleh sistem dilengkapi dengan QR Code yang berfungsi sebagai penghubung antara dokumen dengan sistem verifikasi yang tersimpan dalam basis data server. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan model autentikasi dokumen yang mengintegrasikan QR Code berbasis token dengan mekanisme verifikasi berbasis basis data, sehingga memungkinkan sistem untuk mengelola status dokumen secara dinamis, seperti valid, invalid, expired, dan revoked. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas bagi institusi dalam mengendalikan keabsahan dokumen secara real time serta meningkatkan transparansi dalam proses verifikasi. Hasil pengujian fungsional yang dilakukan terhadap 14 skenario pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem dapat berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan mencapai 100%. Fitur-fitur tersebut meliputi proses autentikasi pengguna, pembuatan dan pencetakan surat tugas, pembangkitan QR Code, hingga proses verifikasi dokumen melalui pemindaian kode tersebut. Selain itu, dari sisi kinerja sistem, proses verifikasi dokumen dapat dilakukan dengan waktu respons rata-rata kurang dari 10 detik, yang menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan layanan verifikasi secara cepat dan efisien. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan keamanan, keaslian, serta akuntabilitas dalam pengelolaan dokumen administrasi digital, sekaligus mendukung implementasi tata kelola administrasi berbasis teknologi informasi yang lebih modern. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa

keterbatasan yang perlu menjadi perhatian dalam pengembangan selanjutnya. Salah satu keterbatasan utama adalah ketergantungan sistem terhadap koneksi jaringan internet karena proses verifikasi dokumen dilakukan melalui komunikasi dengan server. Kondisi ini dapat menjadi kendala pada lingkungan kerja yang memiliki keterbatasan akses jaringan atau pada situasi ketika konektivitas internet tidak stabil.

REFERENCES

- [1] F. Alfryan, M. S. A. Sumbaga, and N. A. Indartono, "Pemanfaatan Sistem Digital Untuk Pembuatan Surat Tugas Dan Cuti Di Pengadilan Agama Banyuwangi," *J. Pengabd. Tek. Dan Ilmu Komput. Petik*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2024, doi: 10.34010/petik.v4i2.12814.
- [2] A. I. Hidayat and Nurani, "Analisis Sistem Informasi Manajemen Pada Aplikasi Pengelolaan Surat Tugas Menggunakan Pendekatan Tam (Technology Acceptance Model)," *Nobel Manag. Rev.*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, Sep. 2024, doi: 10.37476/nmar.v5i3.5111.
- [3] M. A. U. Naser, E. T. Jasim, and H. M. Al-Mashhadi, "QR code based two-factor authentication to verify paper-based documents," *TELKOMNIKA Telecommun. Comput. Electron. Control*, vol. 18, no. 4, Art. no. 4, Aug. 2020, doi: 10.12928/telkomnika.v18i4.14339.
- [4] H. A. M. Wahsheh and M. S. Al-Zahrani, "QR Codes Cryptography: A Lightweight Paradigm," in *International Conference on Information Systems and Intelligent Applications*, M. Al-Emran, M. A. Al-Sharafi, and K. Shaalan, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 649–658. doi: 10.1007/978-3-031-16865-9_52.
- [5] C.-S. Tsai, H.-L. Chen, H.-C. Wu, and J. J.-C. Ying, "A Puzzle-Based Data Sharing Approach with Cheating Prevention Using QR Code," *Symmetry*, vol. 13, no. 10, Art. no. 10, Oct. 2021, doi: 10.3390/sym13101896.
- [6] J. Villanueva, J. Sebastian, and J. Dextre, "Web Portal Validation Model by Digital Signature and ISO 27002 to Reduce Private Credentials Theft for Phishing Attacks to Financial Sector Customers," in *2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, Jul. 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICECET61485.2024.10698713.
- [7] T. Wellem, Y. Nataliani, and A. Iriani, "Academic Document Authentication using Elliptic Curve Digital Signature Algorithm and QR Code," *JOIV Int. J. Inform. Vis.*, vol. 6, no. 3, pp. 667–675, Sep. 2022, doi: 10.30630/joiv.6.2.872.
- [8] J. Nasereddin and A. A. Salem, "Enhancing Printed Document Security with QR Code-Based Digital Signatures," in *2024 25th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)*, Dec. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/ACIT62805.2024.10877207.
- [9] A. Lorian and T. Wellem, "Implementasi Sistem Otentikasi Dokumen Berbasis Quick Response (QR) Code dan Digital Signature," *J. RESTI Rekayasa Sist. Dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 4, Art. no. 4, Aug. 2021, doi: 10.29207/resti.v5i4.3316.
- [10] M. Salleh and T. C. Yew, "Application of 2D Barcode in Hardcopy Document Verification System," in *Advances in Information Security and Assurance*, J. H. Park, H.-H. Chen, M. Atiquzzaman, C. Lee, T. Kim, and S.-S. Yeo, Eds., Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, pp. 644–651. doi: 10.1007/978-3-642-02617-1_65.
- [11] F. Nuraeni, D. Kurniadi, and D. N. Rahayu, "IMPLEMENTATION OF RSA AND AES-128 SUPER ENCRYPTION ON QR-CODE BASED DIGITAL SIGNATURE SCHEMES FOR DOCUMENT LEGALIZATION," *J. Tek. Inform. Jutif*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, May 2024, doi: 10.52436/1.jutif.2024.5.3.1426.
- [12] F. Ferdian, A. I. H. A. Id, and F. R. U. F. Rakhmat, "PENGUNAAN QR CODE BERBASIS KRIPTOGRAFI ALGORITMA AES ADVANCED ENCRYPTION STANDARD UNTUK ADMINISTRASI REKAM MEDIS: USING QR CODE BASED ON AES ADVANCED ENCRYPTION STANDARD CRYPTOGRAPHY ALGORITHM FOR MEDICAL RECORD ADMINISTRATION," *J. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 20–27, Aug. 2021, doi: 10.47292/joint.v3i2.64.
- [13] A. Mohammed Ali and A. K. Farhan, "Enhancement of QR Code Capacity by Encrypted Lossless Compression Technology for Verification of Secure E-Document," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 27448–27458, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2971779.
- [14] M. A. Wicaksono, C. Rudianto, and P. F. Tanaem, "Rancang Bangun Sistem Informasi Arsip Surat Menggunakan Metode Prototype," *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 390–403, Aug. 2021, doi: 10.28932/jutisi.v7i2.3664.
- [15] L. Mich, V. Sakhnini, and D. Berry, "To group or not to group? Group sizes for requirements elicitation," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 160, p. 107229, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.infsof.2023.107229.
- [16] S. Alonso, M. Kalinowski, B. Ferreira, S. D. J. Barbosa, and H. Lopes, "A systematic mapping study and practitioner insights on the use of software engineering practices to develop MVPs," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 156, p. 107144, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107144>.
- [17] E. Bjarnason, F. Lang, and A. Mjöberg, "An empirically based model of software prototyping: a mapping study and a multi-case study," *Empir. Softw. Eng.*, vol. 28, no. 5, p. 115, Aug. 2023, doi: 10.1007/s10664-023-10331-w.
- [18] M. Hertzum, M. I. Manikas, and A. á Torkilsheyggi, "Grapppling with the future: The messiness of pilot implementation in information systems design," *Health Informatics J.*, vol. 25, no. 2, pp. 372–388, Jun. 2019, doi: 10.1177/1460458217712058.
- [19] A. P. Halim, A. I. Hidayat, and M. Yassir, "Implementasi Content Management System (CMS) Dalam Pembuatan Website Sekolah: Pendekatan Metode Prototype," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komput. Elektron. Dan Kendali*, vol. 10, no. 2, pp. 56–62, 2025.
- [20] M. Halim, sukiman sukiman, dan O. Pribadi, "PENERAPAN QR CODE SEBAGAI TANDA TANGAN DIGITAL DALAM PENERBITAN SURAT KELUAR PADA STMIK METHODIST BINJAI", *JTM*, vol. 13, no. 2, hlm. 261–268, Des 2024. <https://doi.org/10.51351/jtm.13.2.2024805>



- [21] R. Wahyudi, U. Ristian, and Suhardi, “Pengamanan Tanda Tangan Digital Dalam QR Code Berbasis Website Menggunakan Metode RSA (Studi Kasus: Kantor Desa Parit Baru),” *Jupit. J. Penelit. Ilmu Dan Teknol. Komput.*, vol. 16, no. 1, pp. 181–193, Apr. 2024, doi: 10.5281/zenodo.10790821.