

**PEMANFAATAN TEKNOLOGI DYNAMIC
SECURE QR CODE UNTUK MENINGKATKAN
VALIDITAS DAN KEAMANAN TRANSAKSI
E-TICKET**

Proposal Tugas Akhir

Oleh

**Fahreza Yunanda
18221013**



**PROGRAM STUDI SISTEM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Desember 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN TEKNOLOGI DYNAMIC SECURE QR CODE UNTUK MENINGKATKAN VALIDITAS DAN KEAMANAN TRANSAKSI E-TICKET

Proposal Tugas Akhir

Oleh

Fahreza Yunanda
18221013

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung

Proposal Tugas Akhir ini telah disetujui dan disahkan
di Bandung, pada tanggal 8 Desember 2025

Pembimbing

Dr. Yusuf Kurniawan S.T., M.T.
NIP. 197203262008011014

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR KODE	vi
I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan	4
I.4 Batasan Masalah	4
I.5 Metodologi	5
II STUDI LITERATUR	7
II.1 Sistem Tiket Elektronik (<i>E-Ticket</i>)	7
II.1.1 Definisi dan Evolusi <i>E-Ticket</i>	7
II.1.2 Peran QR Code dalam Sistem <i>E-Ticket</i>	8
II.2 Teknologi <i>Quick Response (QR) Code</i>	8
II.2.1 Sejarah dan Prinsip Kerja QR Code	8
II.2.2 Struktur dan Jenis QR Code	8
II.3 Keamanan Sistem <i>E-Ticket</i>	9
II.3.1 Ancaman Keamanan pada <i>E-Ticket</i> Berbasis QR Code Statis	9
II.3.2 Analisis Serangan Umum	9
II.4 Landasan Teori Kriptografi untuk Solusi	9
II.4.1 Kriptografi Asimetris (<i>Public-Key Cryptography</i>)	9
II.4.2 Tanda Tangan Digital (<i>Digital Signature</i>)	9
II.4.3 <i>Time-based One-Time Password (TOTP)</i>	9
II.5 Penelitian Terkait (<i>State-of-the-Art</i>)	9
II.5.1 Tinjauan Sistem Keamanan <i>E-Ticket</i> yang Sudah Ada	9
II.5.2 Tinjauan Pemanfaatan Kriptografi pada QR Code	9
II.5.3 Celah Penelitian (<i>Research Gap</i>) dan Posisi Penelitian Ini	10
II.6 Penulisan Gambar, Tabel, Rumus, dan Kode	10
II.6.1 Gambar	10
II.6.2 Tabel	11
II.6.2.1 Tabel yang Muat dalam Satu Halaman	11
II.6.2.2 Mengimpor Tabel dari Berkas Eksternal	11

II.6.2.3	Tabel yang Sangat Panjang	12
II.6.2.4	Beberapa Contoh Penulisan Rumus atau Persamaan Matematika Menggunakan LaTeX Termasuk Penomorannya	14
II.6.3	Algoritma, Pseudocode, atau Kode	15
II.7	Beberapa Kesalahan Penulisan yang Sering Terjadi	16
II.7.1	Penggunaan Kata "di mana" atau "dimana"	16
II.7.2	Penggunaan Kata "sedangkan" dan "sehingga"	16
II.7.3	Penggunaan Istilah yang Tidak Baku	17
II.7.4	Pemisah Desimal dan Ribuan	17
II.7.5	Daftar atau <i>List</i>	17
II.7.6	Penggunaan Kata "masing-masing" dan "setiap"	17
III	ANALISIS MASALAH	19
III.1	Analisis Kondisi Saat Ini	19
III.2	Analisis Kebutuhan	19
III.2.1	Identifikasi Masalah Pengguna	19
III.2.2	Kebutuhan Fungsional	20
III.2.3	Kebutuhan Nonfungsional	20
III.3	Analisis Pemilihan Solusi	20
III.3.1	Alternatif Solusi	20
III.3.2	Analisis Penentuan Solusi	20
IV	DESAIN KONSEP SOLUSI	22
V	RENCANA SELANJUTNYA	23

DAFTAR GAMBAR

II.1	Contoh gambar jaringan	11
------	----------------------------------	----

DAFTAR TABEL

II.1	Tabel harga bahan pokok	12
II.2	Tabel harga bahan sekunder	12
II.3	Tabel harga bahan tertier	12
II.4	Comprehensive Data Table Example	12
II.4	Comprehensive Data Table Example (lanjutan)	13
II.4	Comprehensive Data Table Example (lanjutan)	14
II.5	Contoh penggunaan kata ”sedangkan” dan ”sehingga”	16

DAFTAR KODE

II.1	Contoh pseudocode	15
II.2	Contoh source code Python	16

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Tiket atau karcis adalah surat kecil (carik kertas khusus) sebagai tanda telah membayar ongkos dan sebagainya (untuk naik bus, menonton bioskop, dan sebagainya). Tiket merupakan sebuah dokumen yang berfungsi sebagai bukti hak akses atau tanda pembayaran yang sah untuk menggunakan suatu layanan atau memasuki suatu area tertentu. Secara historis, tiket konvensional dalam bentuk fisik telah menjadi bagian tak terpisahkan dari berbagai sektor, mulai dari transportasi hingga hiburan. Namun, seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, terjadi pergeseran paradigma menuju digitalisasi tiket menjadi tiket elektronik (*e-ticket*). Inovasi layanan ini sangat erat kaitannya dengan adopsi sistem teknis berbasis komputer yang memungkinkan peningkatan efisiensi dan efektivitas operasional (Lübeck dkk. 2012). Pergeseran paradigma tersebut didorong oleh kebutuhan untuk meningkatkan manajemen informasi yang sebelumnya sulit dilakukan dengan sistem manual atau kartu magnetik (Lübeck dkk. 2012).

Adopsi *e-ticket* mulai marak pada awal tahun 2000-an, yang dipelopori oleh industri penerbangan di tahun 1990-an, dan kini telah diadopsi secara masif di berbagai sektor. *E-ticket* menawarkan berbagai keunggulan signifikan dibandingkan tiket konvensional yang rentan terhadap inefisiensi. Lübeck dkk. (2012) menyoroti bahwa sistem konvensional seringkali terkendala oleh lemahnya kontrol operasional yang menyebabkan maraknya perdagangan tiket ilegal serta penyalahgunaan manfaat tiket khusus (seperti tiket pelajar) karena sulitnya identifikasi pengguna. Dari sisi pengguna, *e-ticket* memberikan kemudahan distribusi dan akses, menghilangkan risiko kehilangan tiket fisik, serta membantu menghindari antrean panjang. Selain itu, sistem ini juga lebih efisien dari segi biaya operasional dan memiliki dampak

lingkungan yang lebih rendah karena mengurangi penggunaan kertas (Chen 2007).

Untuk merealisasikan berbagai keunggulan *e-ticket* tersebut, diperlukan medium representasi data yang efisien dan kompatibel dengan perangkat pengguna. Di antara berbagai alternatif teknologi, *Quick Response Code* (QR Code) muncul sebagai solusi dominan yang diadopsi secara luas dalam implementasi *e-ticket*. QR Code adalah jenis kode batang (*barcode*) matriks atau kode dua dimensi yang dapat menyimpan informasi digital (Shin dkk. 2012). Tidak seperti *barcode* satu dimensi, QR Code mengkode data secara horizontal dan vertikal, menawarkan kepadatan informasi yang lebih tinggi dan kecepatan pembacaan yang lebih cepat (Alsuhibany 2025). Tiwari (2016) menjelaskan bahwa tingkat penerimaan QR Code yang tinggi secara global berbanding lurus dengan pertumbuhan pengguna ponsel pintar, yang memungkinkan teknologi ini menjangkau konsumen secara luas dan cepat. Ubikuitas perangkat pemindai yang terintegrasi dalam ponsel pintar, menjadikan QR Code pilihan yang praktis dan efisien untuk diterapkan sebagai medium *e-ticket*. Kepopuleran dan kemudahan akses tersebut mendorong adopsi luas QR Code pada gerbang transportasi maupun acara hiburan. Akan tetapi, di balik kenyamanan tersebut, model *e-ticket* konvensional yang mengandalkan QR Code dalam bentuk statis, secara inheren mewarisi celah keamanan yang serius.

Sistem *e-ticket* pada umumnya mengadopsi model QR Code statis. Pada model ini, data tiket seperti identitas pengguna atau tautan validasi, diencode secara langsung ke dalam pola matriks citra. Karakteristik fundamental dari QR Code statis adalah informasi yang tersimpan di dalamnya bersifat tetap (*fixed information*) (Yanuarafi 2023); artinya, setelah kode dibangkitkan (*generated*), pola visualnya tidak akan berubah dan terus valid sepanjang masa berlaku tiket. Proses validasi bergantung sepenuhnya pada pemindaian di pintu masuk, yaitu saat alat pemindai menerjemahkan kembali pola matriks menjadi data identitas untuk dicocokkan dengan basis data. Meskipun arsitektur ini menawarkan kemudahan implementasi, menurut Yanuarafi (2023), penggunaan QR Code statis memiliki kelemahan signifikan dalam aspek keamanan. Sifatnya yang permanen membuat sistem ini rentan terhadap penyalahgunaan, seperti duplikasi ilegal dan pemalsuan, yang pada akhirnya mengancam integritas ekosistem *e-ticket* secara keseluruhan.

Kelemahan mendasar dari arsitektur statis adalah sifatnya yang “sekali terbit, berlaku selamanya” tanpa mekanisme pembaruan autentikasi. Celah tersebut dieksploitasi secara luas melalui serangan penggandaan (*cloning*) dan serangan putar ulang (*replay attack*), di mana citra QR Code yang sah disalin dan digunakan kembali oleh

pihak tidak berwenang (lee2016security). Dampak dari kerentanan ini sangat masif, terutama pada acara dengan permintaan tinggi. Sebagai contoh kasus, pada konser Coldplay di Jakarta tahun 2023, ditemukan fenomena di mana satu tiket asli digandakan dan dijual kepada puluhan orang berbeda. Hal ini mengakibatkan kekacauan di pintu masuk ketika pemegang tiket sah gagal melakukan pemindaian karena tiketnya telah digunakan lebih dulu oleh pembeli tiket duplikat (Pamela 2023). Lebih jauh lagi, kemudahan dalam memalsukan tampilan visual QR Code statis turut menyuburkan praktik penipuan tiket. Pusat Pelaporan dan Analisis Transaksi Keuangan (PPATK) mencatat indikasi transaksi mencurigakan terkait penipuan tiket senilai miliaran rupiah pada tahun 2024. Tingginya angka penipuan ini sebagian besar didorong oleh ketidakmampuan sistem konvensional dalam menyediakan mekanisme verifikasi mandiri bagi pembeli, sehingga mereka mudah diperdaya oleh tiket palsu yang secara visual tampak identik dengan tiket asli.

Rentetan permasalahan tersebut—mulai dari duplikasi tiket (*double spending*) hingga pemalsuan dokumen—membuktikan bahwa sistem verifikasi yang hanya mengandalkan QR Code statis tidak lagi memadai. Diperlukan sebuah pendekatan komprehensif untuk menjamin integritas transaksi dan data. Berdasarkan analisis masalah tersebut, sebuah sistem *e-ticket* yang ideal harus memiliki tiga karakteristik pertahanan utama. Pertama, tiket harus bersifat dinamis (*dynamic*) menggunakan mekanisme pembangkitan kode yang berubah secara berkala berbasis waktu, sehingga tangkapan layar menjadi tidak valid setelah durasi tertentu. Kedua, tiket harus menjamin kerahasiaan (*confidentiality*) melalui enkripsi muatan data (*payload*) untuk melindungi privasi pengguna dari pembacaan data sembarangan. Ketiga, tiket harus bersifat nirangkal (*secure*) menggunakan mekanisme tanda tangan digital (*digital signature*) untuk memastikan tiket diterbitkan oleh otoritas yang sah dan tidak dimodifikasi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *e-ticket* yang mengusung konsep *Dynamic Secure QR Code*. Urgensi penelitian ini difokuskan pada sektor hiburan dan olahraga skala besar, mengingat sektor ini memiliki risiko kerugian tertinggi akibat manipulasi tiket. Melalui implementasi sistem ini, diharapkan tercipta ekosistem pertiketan yang lebih sehat yang memberikan manfaat ganda: konsumen mendapatkan jaminan perlindungan hak akses dan data pribadi, sementara penyelenggara acara dapat memitigasi kebocoran pendapatan (*revenue leakage*) akibat tiket palsu. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan prototipe sistem yang mampu membangkitkan dan memvalidasi tiket dengan arsitektur keamanan berlapis tersebut.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, teridentifikasi adanya celah keamanan pada sistem *e-ticketing* yang umum digunakan saat ini, terutama yang berbasis QR Code statis. Celah ini menimbulkan berbagai permasalahan seperti duplikasi, pemalsuan, dan percaloan tiket digital. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem *e-ticket* yang memanfaatkan konsep *Dynamic Secure QR Code* untuk mengatasi celah keamanan pada sistem pertiketan konvensional?
2. Bagaimana alur proses untuk menghasilkan QR Code yang bersifat dinamis (berubah secara periodik) dan aman (terenkripsi dan memiliki tanda tangan digital) serta proses validasinya?
3. Bagaimana unjuk kerja sistem yang diusulkan dalam memitigasi risiko duplikasi tiket melalui tangkapan layar (*screenshot*) dan pemalsuan tiket dibandingkan dengan sistem QR Code statis?

I.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah prototipe (*proof-of-concept*) sistem *e-ticket* yang mampu menghasilkan dan memvalidasi *Dynamic Secure QR Code*. Secara spesifik, penelitian ini akan mendefinisikan dan membangun alur proses teknis yang terperinci untuk generasi dan validasi (*e-ticket*), yang mencakup proses enkripsi data, implementasi token berbasis waktu, dan penggunaan Tanda Tangan Digital. Pada akhirnya, penelitian ini akan melakukan serangkaian pengujian dan analisis terhadap unjuk kerja prototipe untuk membuktikan secara empiris efektivitasnya dalam memitigasi risiko keamanan utama, khususnya dalam mencegah duplikasi tiket melalui serangan tangkapan layar (*screenshot*) dan upaya pemalsuan tiket.

I.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat lebih fokus dan mendalam, maka ruang lingkup permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi modul inti, yaitu proses generasi (*generation*) dan validasi (*validation*) *Dynamic Secure QR Code*.
2. Penelitian ini tidak akan membangun sistem *e-commerce* atau *marketplace*

penjualan tiket secara lengkap. Fitur seperti manajemen pengguna, sistem pembayaran, dan manajemen acara tidak menjadi fokus utama.

3. Sistem yang dibangun berupa prototipe (*proof-of-concept*) untuk menunjukkan kelayakan konsep, bukan aplikasi skala produksi yang siap dirilis secara komersial.
4. Implementasi teknis prototipe akan menggunakan bahasa pemrograman Python beserta *library* kriptografi dan QR Code yang relevan.
5. Penelitian tidak mencakup perancangan perangkat keras (*hardware*) pemindai khusus. Proses pemindaian diasumsikan dapat dilakukan menggunakan kamera pada perangkat ponsel pintar.

I.5 Metodologi

Tuliskan semua tahapan yang akan dilalui selama pelaksanaan tugas akhir. Tahapan ini spesifik untuk menyelesaikan persoalan tugas akhir. Khusus untuk penyusunan proposal ini, jelaskan secara detail:

1. Tahapan Investigasi dan Perumusan Masalah

Tahap awal ini berfokus pada pengumpulan fakta untuk mengidentifikasi dan memvalidasi masalah yang ada di latar belakang. Proses ini dilakukan melalui:

- (a) *Observasi Fenomena*: Mengamati tren transformasi digital dalam sistem pertiketan di Indonesia, yang menunjukkan pergeseran masif dari tiket fisik ke *e-ticket*, terutama yang menggunakan teknologi QR Code.
- (b) *Analisis Data Sekunder*: Melakukan pengumpulan dan analisis data dari sumber-sumber kredibel di media massa *online*. Proses ini melibatkan pencarian berita terkait insiden kegagalan sistem tiket pada acara-acara berskala besar.
- (c) *Sintesis Masalah*: Menganalisis dan mensintesis temuan dari berbagai insiden tersebut untuk merumuskan akar permasalahan utama, yaitu kerentanan QR Code statis terhadap duplikasi ilegal, pemalsuan, dan kelemahan proses validasi.

2. Tahapan Studi Literatur dan Pencarian Solusi

Tahap ini bertujuan untuk membangun landasan teoretis yang kuat dan mengidentifikasi pendekatan solusi yang paling tepat. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- (a) *Identifikasi Landasan Teori*: Menentukan konsep dan teori fundamental yang perlu digali, yang mencakup: teknologi QR Code, Kriptografi Asimetris, Tanda Tangan Digital, dan *Time-based One-Time Password*

(TOTP).

- (b) *Pencarian Literatur*: Melakukan pencarian sistematis pada basis data akademik untuk menemukan penelitian-penelitian relevan yang telah dilakukan oleh orang lain dengan kata kunci seperti: "*secure QR code ticketing*", "*e-ticket security*", dan "*QR code replay attack*".
- (c) *Seleksi dan Sintesis Literatur*: Melakukan seleksi dan sintesis terhadap literatur yang ditemukan untuk membangun argumen bahwa kombinasi Tanda Tangan Digital dan TOTP merupakan pendekatan solusi yang solid dan inovatif. Hasil dari tahap ini akan didokumentasikan pada Bab II.

3. Tahapan Perancangan Sistem

Merancang arsitektur sistem, alur proses generasi dan validasi QR Code, struktur data *payload*, dan antarmuka antar modul.

4. Tahapan Implementasi Prototipe

Mengembangkan perangkat lunak prototipe menggunakan bahasa pemrograman Python dan *library* terkait untuk merealisasikan rancangan sistem.

5. Tahapan Pengujian Sistem

Melakukan pengujian fungsional dan keamanan dengan skenario spesifik untuk memverifikasi kemampuan sistem dalam menolak tiket hasil *screenshot* dan tiket palsu.

6. Tahapan Analisis dan Penarikan Kesimpulan

Menganalisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitas prototipe, yang kemudian akan menjadi dasar untuk penarikan kesimpulan penelitian.

7. Tahapan Penyusunan Laporan

Mendokumentasikan seluruh proses dan hasil penelitian ke dalam format laporan Tugas Akhir yang komprehensif.

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1 Sistem Tiket Elektronik (*E-Ticket*)

II.1.1 Definisi dan Evolusi *E-Ticket*

... (Penjelasan mengenai pergeseran dari tiket konvensional ke digital, serta definisi formal dari *e-ticket* berdasarkan literatur akan ditambahkan di sini) ... Menurut KBBI, tiket didefinisikan sebagai surat kecil (carik kertas khusus) sebagai tanda telah membayar ongkos dan sebagainya (untuk naik bus, menonton bioskop, dan sebagainya). Tiket adalah dokumen yang berfungsi sebagai bukti hak akses atau tanda pembayaran yang sah untuk menggunakan suatu layanan. Perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam hal penerbitan tiket. Salah satu inovasi utama adalah munculnya tiket elektronik atau *e-ticket*, yang merupakan versi digital dari tiket konvensional. *E-ticket* merupakan sarana digitalisasi hak berupa *voucher* atau sertifikat yang menjamin pemiliknya dapat mengklaim suatu barang atau jasa (Khan dkk. 2009).

Paragraf 1: Definisi Fundamental Tiket.

Isi: Mulailah dari yang paling dasar. Apa itu "tiket" secara konseptual? Ambil definisi formal (misalnya dari KBBI atau literatur akademis) yang menyatakan fungsinya sebagai bukti hak akses, bukti pembayaran, atau kontrak layanan.

Tujuan Jurnal: Mencari definisi akademis untuk "tiket" dan "sistem pertiketan".

Kata Kunci Pencarian Jurnal: definition of "ticketing system", fungsi tiket dalam layanan, konsep tiket konvensional.

Paragraf 2: Transisi ke Digital (E-Ticket).

Isi: Perkenalkan istilah "e-ticket". Jelaskan bahwa ini adalah hasil dari digitalisasi

tiket konvensional. Jelaskan kapan dan di industri apa (biasanya penerbangan) ini pertama kali muncul dan menjadi standar.

Tujuan Jurnal: Menemukan sejarah singkat e-ticket dan definisi formalnya.

Kata Kunci Pencarian Jurnal: definition of "electronic ticket", history of e-ticketing, evolusi tiket elektronik, e-ticket adoption in airlines.

Paragraf 3: Keunggulan E-Ticket.

Isi: Jelaskan mengapa terjadi pergeseran ke e-ticket. Paparkan keunggulannya dibandingkan tiket kertas: efisiensi biaya (cetak, distribusi), kemudahan bagi pengguna (pembelian online, tidak bisa hilang secara fisik, mudah disimpan), dan ramah lingkungan.

Tujuan Jurnal: Menemukan penelitian yang menganalisis manfaat dan keunggulan e-ticket. (Jurnal yang Anda temukan sebelumnya, chen2007passenger, sangat cocok di sini).

Kata Kunci Pencarian Jurnal: advantages of e-ticketing over paper tickets, manfaat tiket elektronik bagi konsumen, cost-benefit analysis of e-ticketing.

II.1.2 Peran QR Code dalam Sistem *E-Ticket*

... (Penjelasan mengenai mengapa QR Code menjadi teknologi yang dominan untuk implementasi *e-ticket*, mencakup kemudahan penggunaan dan adopsi luas akan ditambahkan di sini) ...

II.2 Teknologi *Quick Response (QR) Code*

II.2.1 Sejarah dan Prinsip Kerja QR Code

... (Penjelasan singkat mengenai sejarah penciptaan oleh Denso Wave dan cara kerja dasarnya dalam menyimpan data akan ditambahkan di sini) ...

II.2.2 Struktur dan Jenis QR Code

... (Pembahasan mengenai komponen teknis QR Code seperti zona tenang, pola pencari, dan kapasitas data. Juga akan dibedakan antara QR Code Statis dan Dinamis dalam konteks pemasaran untuk mengklarifikasi perbedaan dengan konsep TA ini) ...

II.3 Keamanan Sistem *E-Ticket*

II.3.1 Ancaman Keamanan pada *E-Ticket* Berbasis QR Code Statis

... (Identifikasi vektor-vektor serangan yang relevan dengan masalah, seperti pemalsuan, duplikasi, dan penyadapan akan ditambahkan di sini) ...

II.3.2 Analisis Serangan Umum

... (Pemberian definisi teknis dari serangan spesifik yang ingin diatasi, seperti *Replay Attack* untuk masalah *screenshot*, dan *Forgery* untuk masalah pemalsuan tiket akan ditambahkan di sini) ...

II.4 Landasan Teori Kriptografi untuk Solusi

II.4.1 Kriptografi Asimetris (*Public-Key Cryptography*)

... (Penjelasan mengenai konsep dasar pasangan kunci publik dan privat sebagai fondasi untuk teknologi selanjutnya akan ditambahkan di sini) ...

II.4.2 Tanda Tangan Digital (*Digital Signature*)

... (Penjelasan mendetail mengenai cara kerja Tanda Tangan Digital untuk menjamin otentisitas, integritas, dan nirangkal. Ini adalah pilar untuk aspek **Secure**) ...

II.4.3 *Time-based One-Time Password* (TOTP)

... (Penjelasan mengenai mekanisme TOTP berdasarkan standar RFC 6238, yang menggunakan kunci rahasia bersama dan waktu sebagai faktor. Ini adalah pilar untuk aspek **Dynamic**) ...

II.5 Penelitian Terkait (*State-of-the-Art*)

II.5.1 Tinjauan Sistem Keamanan *E-Ticket* yang Sudah Ada

... (Rangkuman penelitian atau implementasi lain yang mencoba mengamankan *e-ticket*, beserta kelebihan dan kekurangannya akan ditambahkan di sini) ...

II.5.2 Tinjauan Pemanfaatan Kriptografi pada QR Code

... (Rangkuman penelitian lain yang telah menerapkan enkripsi atau Tanda Tangan Digital pada QR Code untuk berbagai kasus penggunaan akan ditambahkan di sini)

...

II.5.3 Celah Penelitian (*Research Gap*) dan Posisi Penelitian Ini

... (Kesimpulan dari tinjauan sebelumnya yang menunjukkan apa yang belum ditangani oleh penelitian lain, dan menegaskan bahwa sintesis unik antara Tanda Tangan Digital dan TOTP untuk mengatasi ancaman ganda (pemalsuan dan duplikasi *real-time*) pada *e-ticket* adalah kontribusi utama dari Tugas Akhir ini) ...

II.6 Penulisan Gambar, Tabel, Rumus, dan Kode

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

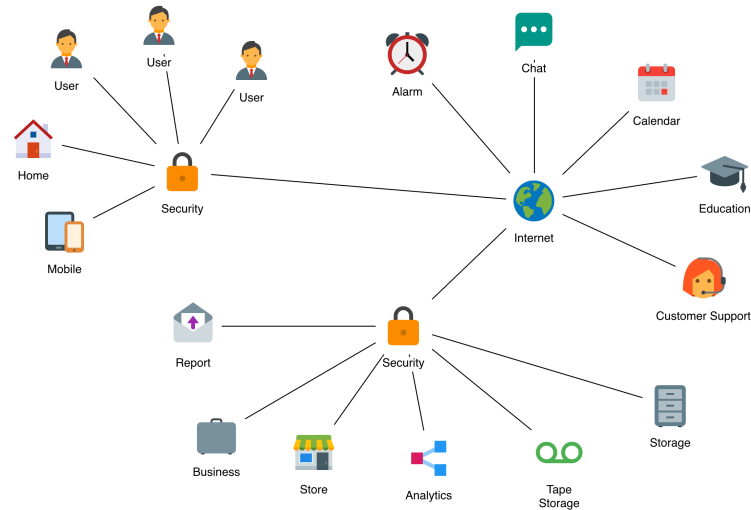
II.6.1 Gambar

Contoh gambar dapat dilihat pada Gambar II.1. Gambar dan judulnya diposisikan di tengah. Nomor gambar tidak diakhiri tanda titik. Gambar tersebut dibuat menggunakan aplikasi draw.io dan disimpan ke format PNG setelah dengan zoom setting pada angka 300%. Ukuran gambar yang ditampilkan dapat diatur dengan mengubah nilai *width* dalam sintaks *includegraphics*.

Gambar umumnya tidak jelas atau kabur jika gambar tersebut:

- a. diperoleh dari hasil cropping pada suatu halaman buku atau situs web;
- b. hasil pembesaran gambar yang gambar aslinya sebenarnya berukuran kecil; atau
- c. disimpan dalam resolusi kecil

Ketidakjelasan gambar ini dapat dilihat pada garis-garis diagram yang tidak tegas dan tulisan-tulisan dalam gambar yang tampak kabur dan kurang jelas terbaca.



Gambar II.1 Contoh gambar jaringan

Untuk mendapatkan gambar yang tidak kabur (*blur*), langkah-langkah berikut dapat digunakan:

- Gambar yang didapat di suatu pustaka atau referensi sebaiknya digambar ulang, misalnya menggunakan PowerPoint, Canva, Figma, draw.io, atau yang lainnya.
- Jika diagram atau ilustrasi digambar menggunakan draw.io, saat gambar disimpan ke format PNG atau JPG (*export as*), lakukan *zoom* ke minimal 300% (*the default value is 100%*).
- Jika diagram digambar dengan menggunakan PowerPoint, gambar dapat langsung di-*copy-paste* ke Word.

II.6.2 Tabel

Tabel ada dua jenis, yaitu tabel yang bisa termuat dalam satu halaman dan tabel yang sangat panjang sehingga tidak muat dalam satu halaman.

II.6.2.1 Tabel yang Muat dalam Satu Halaman

Contoh tabel dapat dilihat pada Tabel II.1 dan II.2. Tabel dan judulnya dibuat rata kiri dan judul tabel diletakkan di atas tabel. Usahakan tabel dapat ditulis dalam satu halaman, tidak terpotong ke halaman berikutnya.

II.6.2.2 Mengimpor Tabel dari Berkas Eksternal

Tabel II.3 diimpor dari berkas eksternal *table/tabell.tex* menggunakan perintah *input*. Dengan demikian, jika tabel tersebut perlu diubah, cukup mengubah pada ber-

Tabel II.1 Tabel harga bahan pokok

Nama	Satuan	Harga
Buku	Exemplar	25000
Komputer	Unit	2500000
Pensil	Buah	118900

Tabel II.2 Tabel harga bahan sekunder

Nama	Satuan	Harga
Buku	Exemplar	25000
Komputer	Unit	2500000
Pensil	Buah	118900

kas eksternal tersebut tanpa perlu mengubah pada berkas utama ini.

Tabel II.3 Tabel harga bahan tertier

Nama	Satuan	Harga
Buku	Exemplar	25000
Komputer	Unit	2500000
Pensil	Buah	118900
Pensil	Buah	118900
Pensil	Buah	118900
Pensil	Buah	118900
Pensil	Buah	118900

II.6.2.3 Tabel yang Sangat Panjang

Jika tabel terlalu panjang sehingga tidak muat dalam satu halaman, gunakan paket *longtable* untuk membuat tabel yang dapat terpotong ke halaman berikutnya, seperti pada Tabel II.4.

Tabel II.4 Comprehensive Data Table Example

ID	Name	Score	Rank
1	Alice Smith	89	5
2	Bob Johnson	93	3
3	Carol Davis	95	2
4	Daniel Wilson	88	6
5	Eve Thompson	97	1
6	Frank Brown	85	7

Bersambung ke halaman berikutnya

Tabel II.4 Comprehensive Data Table Example (lanjutan)

ID	Name	Score	Rank
7	Grace Lee	91	4
8	Henry Miller	80	9
9	Irene Garcia	83	8
10	Jack Robinson	78	10
11	Kevin Harris	76	11
12	Laura Martin	75	12
13	Michael Clark	74	13
14	Natalie Lewis	73	14
15	Olivia Walker	72	15
16	Peter Hall	71	16
17	Quinn Allen	70	17
18	Rachel Young	69	18
19	Samuel King	68	19
20	Tina Wright	67	20
21	Uma Scott	66	21
22	Victor Green	65	22
23	Wendy Adams	64	23
24	Xavier Nelson	63	24
25	Yolanda Carter	62	25
26	Zachary Perez	61	26
27	Amelia Baker	60	27
28	Benjamin Rivera	59	28
29	Charlotte Rogers	58	29
30	David Murphy	57	30
31	Ethan Cooper	56	31
32	Fiona Reed	55	32
33	George Bailey	54	33
34	Hannah Cox	53	34
35	Isaac Howard	52	35
36	Julia Ward	51	36
37	Kyle Flores	50	37
38	Lily Bell	49	38
39	Mason Sanders	48	39

Bersambung ke halaman berikutnya

Tabel II.4 Comprehensive Data Table Example (lanjutan)

ID	Name	Score	Rank
40	Nora Patterson	47	40
41	Owen Ramirez	46	41
42	Penelope Torres	45	42
43	Quentin Foster	44	43
44	Rebecca Gonzales	43	44
45	Sebastian Bryant	42	45
46	Taylor Alexander	41	46
47	Ursula Russell	40	47
48	Vincent Griffin	39	48
49	William Diaz	38	49
50	Zoe Simmons	37	50

II.6.2.4 Beberapa Contoh Penulisan Rumus atau Persamaan Matematika Menggunakan LaTeX Termasuk Penomorannya

Contoh rumus matematika dapat ditulis seperti pada Persamaan II.1 di bawah ini. Penomoran persamaan diletakkan di sebelah kanan, dan rumus ditulis dalam mode *display math*.

$$E = mc^2 \quad (\text{II.1})$$

Contoh lain penulisan rumus matematika yang lebih kompleks dapat ditulis seperti pada Persamaan II.3.

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad (\text{II.2})$$

$$\begin{aligned} f'(x) &= \frac{d}{dx}(ax^2 + bx + c) \\ &= 2ax + b \end{aligned} \quad (\text{II.3})$$

Jika rumus terlalu panjang untuk ditulis dalam satu baris, gunakan lingkungan *mult-*

line seperti pada Persamaan II.4 di bawah ini.

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7 + a_8x^8 + a_9x^9 + a_{10}x^{10} \quad (\text{II.4})$$

Jika ada penurunan rumus yang terdiri dari beberapa baris, namun tidak memerlukan penomoran pada setiap baris, gunakan lingkungan *align**, misalnya:

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i=1}^n i^2 \\ &= 1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2 \\ &= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \end{aligned}$$

Contoh lainnya adalah rumus untuk mencari nilai rata-rata fungsi $f(x)$ pada interval $[p, q]$:

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{1}{q-p} \int_p^q f(x) dx \\ &= \frac{1}{q-p} \int_p^q (ax^2 + bx + c) dx \\ &= \frac{1}{q-p} \left[\frac{a}{3}x^3 + \frac{b}{2}x^2 + cx \right]_p^q \\ &= \frac{a(q^3 - p^3)}{3(q-p)} + \frac{b(q^2 - p^2)}{2(q-p)} + c \end{aligned}$$

II.6.3 Algoritma, Pseudocode, atau Kode

Contoh penulisan algoritma atau pseudocode dapat ditulis seperti pada Kode II.1 di bawah ini. Gunakan paket *listings* untuk menulis source code dalam bahasa pemrograman tertentu, seperti pada Kode II.2.

Kode II.1 Contoh pseudocode

```
ALGORITHM HelloWorld
  PRINT "Hello, World!"
END ALGORITHM
```

Tabel II.5 Contoh penggunaan kata "sedangkan" dan "sehingga"

Kata	Salah	Benar
sedangkan	Sedangkan sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna.	Sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna, sedangkan sistem baru belum siap.
sehingga	Sehingga sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna.	Sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna sehingga sistem baru belum siap.

Kode II.2 Contoh source code Python

```
def hello_world():
    print("Hello, World!")
hello_world()
```

II.7 Beberapa Kesalahan Penulisan yang Sering Terjadi

II.7.1 Penggunaan Kata "di mana" atau "dimana"

Banyak yang menuliskan kata "di mana" atau "dimana" sebagai pengganti kata "which" dalam bahasa Inggris. Padahal, penggunaan kata "di mana" atau "dimana" tidak tepat dalam konteks tersebut. Demikian juga untuk kata serupa, misalnya "yang mana". Kata "di mana" atau "dimana" ini harus diganti dengan kata lain, seperti "dengan", "tempat", "yang", dan sebagainya tergantung kalimatnya. Penjelasan lengkap dapat dilihat pada (*Buku Praktis Bahasa Indonesia 1/Kata - Wikisumber bahasa Indonesia* 2024).

II.7.2 Penggunaan Kata "sedangkan" dan "sehingga"

Kata "sedangkan" dan "sehingga" adalah kata hubung atau konjungsi. Konjungsi adalah kata atau ungkapan yang menghubungkan satuan bahasa (kata, frasa, klausa, dan kalimat). Konjungsi dapat dibagi menjadi konjungsi intrakalimat dan antarkalimat. Kata "sedangkan" menghubungkan dua klausa yang bersifat kontrasif, sedangkan "sehingga" menghubungkan dua klausa yang bersifat kausal. Dalam ragam formal, kata hubung "sedangkan" dan "sehingga" hanya dapat digunakan sebagai konjungsi intrakalimat sehingga kedua konjungsi itu **tidak dapat diletakkan pada awal kalimat**. Selain itu, penggunaan kata "sedangkan" harus didahului oleh koma (,), sedangkan kata "sehingga" tidak perlu didahului oleh koma (,). Contoh penggunaan yang benar dan salah dapat dilihat pada Tabel II.5.

II.7.3 Penggunaan Istilah yang Tidak Baku

Ada beberapa istilah yang sering digunakan dalam pembicaraan sehari-hari, tetapi tidak baku dalam penulisan ilmiah. Beberapa istilah tersebut antara lain:

1. analisa → analisis
2. eksisting atau existing → yang ada atau saat ini
3. bisnis proses → proses bisnis
4. user → pengguna
5. system → sistem
6. database → basis data
7. aktifitas → aktivitas
8. efektifitas → efektivitas
9. sosial media → media sosial

II.7.4 Pemisah Desimal dan Ribuan

Tanda pemisah desimal dalam bahasa Indonesia adalah tanda koma, contoh:

1. (Salah) Akurasi naik menjadi 50.6%
2. (Benar) Akurasi naik menjadi 50,6%

II.7.5 Daftar atau *List*

Ada beberapa aturan penulisan daftar atau *list* yang perlu diperhatikan, antara lain:

- a) Jika memungkinkan, hindari penggunaan “bullet points” atau sejenisnya. Sebaiknya, gunakan angka (1, 2, 3, ...) atau huruf (a, b, c, ...). Dengan demikian, pembaca dapat dengan mudah melihat jumlah *item* atau *list*.
- b) Jika dalam daftar hanya ada satu item, tidak perlu menggunakan nomor urut.
- c) Penjelasan atau deskripsi suatu item sebaiknya menyatu dengan judul item tersebut, tidak berbeda halaman. Contoh yang salah: judul item ada di halaman 10, namun deskripsinya di halaman 11. Sebaiknya pindahkan judul tersebut ke halaman 11.
- d) Jika penjelasan atau deskripsi suatu item cukup panjang, misalnya lebih dari 1 halaman atau terdiri atas beberapa paragraf, sebaiknya setiap item tersebut dijadikan judul subbab, kecuali jika level subbab sudah mencapai level 4.

II.7.6 Penggunaan Kata “masing-masing” dan “setiap”

Kata “masing-masing” digunakan di belakang kata yang diterangkan, misalnya “Setiap proses menggunakan algoritma masing-masing”. Kata “tiap-tiap” atau “setiap”

ditempatkan di depan kata yang diterangkan, misalnya "Setiap proses menggunakan algoritma tertentu".

BAB III

ANALISIS MASALAH

III.1 Analisis Kondisi Saat Ini

Menurut Laudon dan Laudon (2020), gambarkan terlebih dahulu model konseptual sistem yang ada saat ini. Model konseptual ini berisi berbagai komponen atau subsistem dan interaksi antarsubsistem tersebut. Setelah itu, berikan penjelasan tentang masalah yang ada pada sistem tersebut. Paragraf berikut berisi contoh penjabaran masalah sistem informasi fasilitas kesehatan untuk pasien (Pressman 2019).

III.2 Analisis Kebutuhan

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

III.2.1 Identifikasi Masalah Pengguna

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

III.2.2 Kebutuhan Fungsional

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

III.2.3 Kebutuhan Nonfungsional

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

III.3 Analisis Pemilihan Solusi

III.3.1 Alternatif Solusi

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

III.3.2 Analisis Penentuan Solusi

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod.

Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consetetuer. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

BAB IV

DESAIN KONSEP SOLUSI

Ilustrasikan desain konsep solusi dalam bentuk model konseptual dan penjelasan secara ringkas, beserta perbedaannya dengan sistem saat ini. Ilustrasi harus dapat dibandingkan (*before and after*). Karena masih berupa proposal, bab ini hanya berisi gambar desain konsep solusi tersebut dan penjelasan perbandingannya dengan gambar sistem yang ada saat ini (yang tergambar di awal Bab III).

BAB V

RENCANA SELANJUTNYA

Jelaskan secara detail langkah-langkah rencana selanjutnya, hal-hal yang diperlukan atau akan disiapkan, dan risiko dan mitigasinya, yang meliputi:

1. Rencana implementasi, termasuk alat dan bahan yang diperlukan, lingkungan, konfigurasi, biaya, dan sebagainya.
2. Desain pengujian dan evaluasi, misalnya metode verifikasi dan validasi.
3. Analisis risiko dan mitigasi, misalnya tindakan selanjutnya jika ada yang tidak berjalan sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsuhibany, Suliman A. 2025. "Innovative QR Code System for Tamper-Proof Generation and Fraud-Resistant Verification". *Sensors* 25 (13). ISSN: 1424-8220. <https://doi.org/10.3390/s25133855>. <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/13/3855>.
- Buku Praktis Bahasa Indonesia 1/Kata - Wikisumber bahasa Indonesia*. 2024. Diakses pada October 22, 2025. https://id.wikisource.org/wiki/Buku_Praktis_Bahasa_Indonesia_1/Kata.
- Chen, Fisher Chia-Yu. 2007. "Passenger use intentions for electronic tickets on international flights". *Journal of Air Transport Management* 13 (2): 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2006.09.004>.
- Khan, M. Fahim Ferdous, Yashiro Takeshi, Ito So, Masahiro Bessho, dan Ken Sakamura. 2009. "A Secure and Flexible Electronic-Ticket System". Dalam *2009 33rd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference*, 421–426. IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2009.63>.
- Laudon, Kenneth C., dan Jane P. Laudon. 2020. *Sistem Informasi Manajemen*. Jakarta: Pearson Education.
- Lübeck, Rafael Mendes, Milton Luiz Wittmann, dan Luciana Flores Battistella. 2012. "Electronic Ticketing System As a Process of Innovation". *Journal of Technology Management & Innovation* 7 (1): 18–29. ISSN: 0718-2724. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242012000100002>.
- Pamela, Dyah Ayu. 2023. *Tiket Konser Coldplay di Jakarta 2023 Dijual Calo Berkali-kali Lipat hingga Rp22 Juta di Marketplace*. <https://www.liputan6.com/lifestyle/read/5289744/tiket-konser-coldplay-di-jakarta-2023-dijual-calo-berkali-kali-lipat-hingga-rp22-juta-di-marketplace>. Diakses pada 29 Oktober 2025.

- Pressman, Roger S. 2019. *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi*. Yogyakarta: McGraw-Hill Education.
- Shin, Dong-Hee, Jaemin Jung, dan Byeng-Hee Chang. 2012. “The psychology behind QR codes: User experience perspective”. *Computers in Human Behavior* 28 (4): 1417–1426. ISSN: 0747-5632. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.03.004>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563212000702>.
- Tiwari, Sumit. 2016. “An Introduction to QR Code Technology”. Dalam *2016 International Conference on Information Technology (ICIT)*, 39–44. <https://doi.org/10.1109/ICIT.2016.021>.
- Yanuarafi, Arisal. 2023. “Perbandingan QR Code Statis dan QR Code Dinamis dalam Pengambilan Absen Pegawai di Lingkungan Universitas Bung Hatta”. *Al-Ma'arif: Jurnal Ilmu Perpustakaan dan Informasi Islam* 3 (2). ISSN: 0740-8188. <https://doi.org/10.37108/almaarif.v3i2.1289>.