

PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI PEMALSUAN QRIS MERCHANT PRESENTED MODE (MPM) STATIS



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA (PTI) (S1)
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
2026**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR-E - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR-E
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA PENDIDIKAN

Menyetujui

Pembimbing I	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Pembimbing II	Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs. NIP.198307252008011008



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

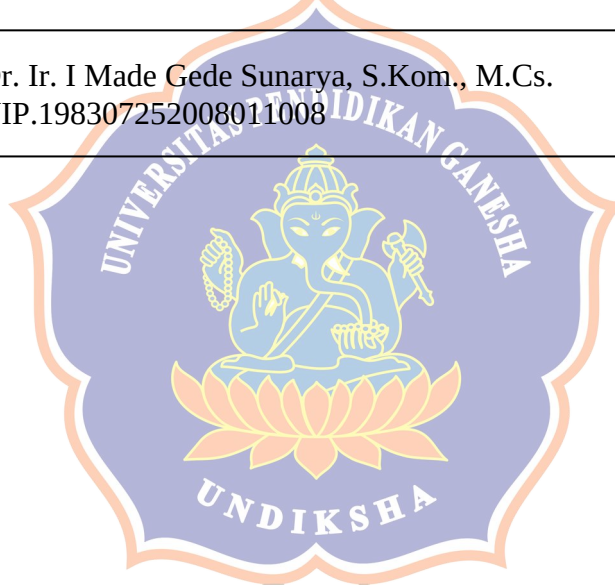


**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Skripsi oleh I PUTU GEDE DHARMA SAPUTRA ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 02 Maret 2026

Dewan Penguji

Ketua	Dr. Gede Saindra Santyadiputra, S.T., M.Cs. NIP.198708022014041001
Anggota	Dr. Bagus Gede Krishna Yudistira, M.Kom. NIP.199208122024061003
Anggota	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Anggota	Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs. NIP.198307252008011008



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Menyetujui

Ketua Ujian	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng. NIP.198502152008122007



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis berjudul “**Pengembangan Sistem Deteksi Pemalsuan QRIS Merchant Presented Mode (MPM) Statis**” beserta seluruh isinya adalah benar-benar hasil karya orisinal saya sendiri, yang disusun tanpa melakukan plagiarisme atau praktik sitasi tidak tepat yang melanggar standar etika komunitas ilmiah.

Melalui pernyataan ini, saya menerima tanggung jawab penuh atas segala sanksi yang mungkin dijatuhkan apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran etika ilmiah atau keraguan terhadap keaslian karya saya ini.



Singaraja, 27 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



I Putu Gede Dharma Saputra
NIM 2115051040

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini berjudul **“Pengembangan Sistem Deteksi Pemalsuan QRIS *Merchant Presented Mode* (MPM) Statis”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Pendidikan Ganesha.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan, dan dukungan yang sangat berharga dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam bentuk moral maupun materiil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd.**, selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, atas kesempatan dan dukungan pendidikan yang diberikan kepada penulis dan seluruh mahasiswa di lingkungan universitas.
2. **Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan, atas dukungan dan fasilitas berkelanjutan sepanjang perjalanan akademik penulis, serta atas terciptanya lingkungan akademik yang mendukung di fakultas.
3. **Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, atas kesempatan, dukungan, layanan, dan fasilitas yang diberikan selama masa studi, yang berkontribusi terhadap perkembangan akademik maupun non-akademik penulis.
4. **Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng.**, selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, atas bimbingan, dukungan, dan bantuannya dalam menciptakan lingkungan akademik yang kondusif bagi perkembangan akademik penulis selama masa studi.
5. **Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.**, selaku Dosen Pembimbing I, kepada beliau penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya. Bimbingan, saran yang mendalam, masukan konstruktif, dan motivasi berkelanjutan yang diberikan sepanjang proses penelitian sangatlah berharga. Ketersediaan waktu, perhatian, dan upaya dalam

memberikan arahan sangat berkontribusi pada keberhasilan skripsi ini. Penulis sangat menghargai setiap bantuan dan dorongan yang telah menjadi fondasi kuat dalam perjalanan akademik penulis.

6. **Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.**, selaku Dosen Pembimbing II, kepada beliau penulis menyampaikan terima kasih yang tulus. Bimbingan, saran, masukan konstruktif, dan dukungan selama proses penelitian dan penulisan sangatlah berharga. Kesabaran, dorongan, dan kesediaan dalam memberikan arahan telah berkontribusi nyata dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas bantuan berharga yang telah mendukung perkembangan akademik penulis.
7. **Dr. Gede Saindra Santyadiputra, S.T., M.Cs.**, selaku Penguji I, atas saran berharga, kritik konstruktif, dan evaluasi objektif yang diberikan selama proses ujian skripsi, yang berkontribusi pada penyempurnaan penelitian ini.
8. **Dr. Bagus Gede Krishna Yudistira, M.Kom.**, selaku Penguji I, atas saran berharga, kritik konstruktif, dan evaluasi objektif yang diberikan selama proses ujian skripsi, yang berkontribusi pada penyempurnaan penelitian ini.
9. **Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika dan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika**, atas ilmu, bimbingan, dedikasi, dan kontribusi yang berperan penting dalam membentuk kompetensi akademik dan pengembangan pribadi penulis selama menempuh studi di Universitas Pendidikan Ganesha.
10. **Seluruh Staf Administrasi** di tingkat universitas, fakultas, jurusan, dan program studi, atas bantuan, layanan, dan dukungan dalam hal akademik maupun administratif, yang sangat memudahkan proses studi penulis.
11. **Seluruh Responden** yang terlibat dalam proses analisis masalah dan pengujian aplikasi, atas waktu, partisipasi, dan masukan berharganya yang berperan penting dalam mendukung analisis, evaluasi, dan penyelesaian skripsi ini.
12. **Orang tua tercinta, I Made Puriawan dan Ni Luh Ayu Kusumadewi, serta saudara perempuan, Ni Made Davina Putri**, atas kasih sayang yang tak bersyarat, doa yang tiada putus, dan dukungan yang teguh sepanjang perjalanan akademik penulis. Penulis sangat berterima kasih atas segala

fasilitas, kesempatan, perhatian, serta dorongan moral yang menjadi sumber kekuatan di masa-masa sulit. Kesabaran, pengertian, dan dukungan tulus mereka berperan vital dalam memotivasi penulis untuk bertahan dan berhasil menyelesaikan skripsi ini.

13. **Desak Putu Mahadewi Saraswati**, sosok yang selalu memberikan dukungan, pengertian, dan bantuan teknis yang tak ternilai bagi penulis. Terima kasih atas kontribusi berharganya dari pencarian data hingga membantu penulisan penelitian ini, serta motivasi dan diskusi bermakna yang dibagikan selama masa-masa sulit, yang sangat membantu penulis dalam menjaga ketekunan dan fokus hingga selesainya skripsi ini..

14. **Teman-teman seperjuangan, Saka Pradipta, Wisma Dwipayoga, Wibhisana Natih, Michael Swisnandya, Devi Angginova, Wisnu Dharma, Dimas Witjaksana**, atas dukungan tulus, dorongan, doa, diskusi bermakna, dan perjuangan bersama sepanjang perjalanan akademik. Penulis sangat bersyukur atas persahabatan dan kolaborasi yang membuat perjalanan ini menjadi lebih berarti.

15. **Seluruh rekan mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika angkatan 2021**, atas kebersamaan, dukungan, dan pengalaman bersama selama perjalanan akademik, yang membuat masa studi menjadi lebih bermakna dan berkesan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan memerlukan penyempurnaan lebih lanjut. Oleh karena itu, saran dan masukan yang konstruktif sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan wawasan yang bermanfaat dan menjadi referensi yang berharga bagi pihak-pihak terkait maupun pembaca pada umumnya.

Singaraja, 27 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat Hasil Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Relevan.....	7
2.2 Kajian Teori.....	14
2.2.1 Pembayaran Digital (<i>Digital Payment</i>).....	14
2.2.2 Deteksi Penipuan (<i>Fraud Detection</i>).....	24
2.2.3 Dokumen Visual (<i>Document AI</i>).....	24
2.2.4 Metrik Evaluasi.....	33
2.2.5 Geolokasi.....	38
2.2.6 Pengembangan Sistem Informasi.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	47
3.1 Gambaran Umum.....	47
3.2 Jenis Penelitian.....	49
3.3 Metode Penelitian.....	49
3.4 Sumber Data.....	50
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	51

3.6 Tahapan Penelitian	52
3.6.1 Analisis.....	52
3.6.2 Perancangan (<i>Design</i>)	55
3.6.3 Implementasi (<i>Implementation</i>)	65
3.6.4 Pengujian (<i>Testing</i>).....	77
3.6.5 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	81
BAB IV HASIL DAN DISKUSI	82
4.1 Perancangan (<i>Design</i>)	82
4.1.1 Entity Relationship Diagram (ERD)	82
4.1.2 Antarmuka Pengguna (User Interface).....	83
4.2 Implementasi (<i>Implementation</i>)	86
4.2.1 Lingkungan Implementasi dan Dependensi	87
4.2.2 Pembangunan <i>Dataset</i>	92
4.2.3 Pelatihan Model.....	101
4.2.4 Aplikasi Back End.....	106
4.2.5 Aplikasi Mobile (<i>Front End</i>).....	120
4.3 Pengujian (<i>Testing</i>).....	127
4.3.1 Evaluasi Kinerja Model YOLO.....	128
4.3.2 Evaluasi Kinerja PaddleOCR.....	130
4.3.3 Evaluasi <i>End-to-End</i> (Validasi Sistem).....	132
4.3.4 Evaluasi Performansi dan Skalabilitas Sistem	135
4.3.5 Pengujian Fungsional (<i>Black Box Testing</i>).....	137
4.3.6 Hasil <i>System Usability Scale</i> (SUS).....	144
4.4 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	147
4.4.1 Pemeliharaan Korektif (<i>Bug Fixing & Hardware Handling</i>)	147
4.4.2 Pemeliharaan Adaptif (<i>Retraining Model</i>).....	148
4.4.3 Pemeliharaan Perfektif (Peningkatan UX & Panduan).....	148
BAB V PENUTUP.....	149
5.1 Kesimpulan	149
5.2 Saran.....	150
DAFTAR PUSTAKA	152
LAMPIRAN.....	163

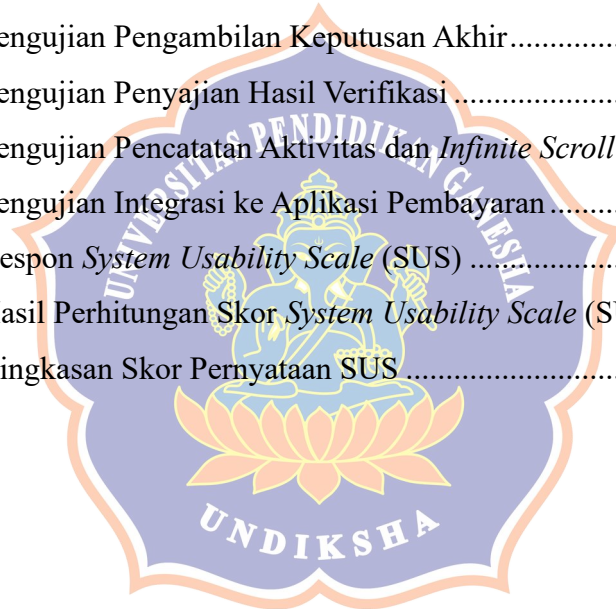
BIOGRAFI.....	169
---------------	-----



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian yang Relevan	7
Tabel 2. 2 Tabel Komparasi Metode dan Model	15
Tabel 2. 3 Data Object Wajib pada QRIS.....	19
Tabel 2. 4 Jenis QRIS Sesuai Standar EMV Co.....	20
Tabel 2. 5 Binary Classification Confusion Matrix	34
Tabel 2. 6 10 Pernyataan System Usability Scale (SUS)	44
Tabel 3. 1 Potensi Ancaman Pemalsuan dan Solusi yang Diusulkan.....	53
Tabel 3. 2 Rancangan Arsitektur Sistem dan Fungsi dari Setiap Modul yang Diusulkan	57
Tabel 3. 3 Tabel Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) yang digunakan dalam Penelitian	73
Tabel 3. 4 Konfigurasi Hyperparameter yang akan Dipakai.....	74
Tabel 3. 5 Confusion Matrix untuk Kelas “nmid” (Dummy).....	77
Tabel 3. 6 Perbandingan Hasil Prediksi Sistem pada Label nama_merchant dengan Ground Truth (Dummy).....	79
Tabel 4. 1 Daftar Pustaka Utama <i>Backend</i> (Python).....	87
Tabel 4. 2 Daftar Paket Utama <i>Frontend</i> (Flutter)	89
Tabel 4. 3 Daftar Layanan Infrastruktur (Docker)	91
Tabel 4. 4 Rekayasa QRIS yang telah diimplementasikan	94
Tabel 4. 5 Hasil Distribusi <i>Dataset</i>	99
Tabel 4. 6 Pembagian <i>Dataset</i> Evaluasi Akhir per Status QRIS.....	101
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi Metrik Performa Model YOLO11 (Iterasi 1).....	102
Tabel 4. 8 Hasil Perbandingan Kecepatan Inferensi Model YOLO11 pada GPU dan CPU (Iterasi 1)	102
Tabel 4. 9 Perbandingan Konfigurasi Iterasi 1 dengan 2	103
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi Metrik Performa Model YOLO11 (Iterasi 2).....	104
Tabel 4. 11 Tabel 4.y: Hasil Perbandingan Kecepatan Inferensi Model YOLO11 pada GPU dan CPU (Iterasi 2).....	105
Tabel 4. 12 Distribusi Bobot Implementasi pada final_decision_engine.py.....	112
Tabel 4. 13 Hasil Perbandingan Kinerja Varian Model PaddleOCR (GPU).....	130
Tabel 4. 14 Hasil Perbandingan Kinerja Varian Model PaddleOCR (CPU)	131

Tabel 4. 15 Laporan Metrik Klasifikasi Evaluasi End-to-End.....	132
Tabel 4. 16 Hasil Evaluasi Performansi Sistem pada Berbagai Skenario Beban	135
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Skenario Manipulasi pada Aplikasi	138
Tabel 4. 18 Pengujian Autentikasi dan Manajemen Sesi	138
Tabel 4. 19 Pengujian Fitur Akuisisi Gambar dan <i>Geotagging</i>	139
Tabel 4. 20 Pengujian Fitur <i>Gatekeeper</i> (Validasi Awal)	139
Tabel 4. 21 Pengujian Deteksi Elemen Visual (YOLOv11).....	140
Tabel 4. 22 Keterangan Hasil Output Deteksi Visual (TC-F-04).....	140
Tabel 4. 23 Pengujian Ekstraksi Informasi Tekstual (PaddleOCR)	141
Tabel 4. 24 Keterangan Hasil <i>Output</i> Ekstraksi Tekstual (TC-F-05).....	141
Tabel 4. 25 Pengujian Analisis dan Validasi Terintegrasi	142
Tabel 4. 26 Pengujian Pengambilan Keputusan Akhir.....	142
Tabel 4. 27 Pengujian Penyajian Hasil Verifikasi	143
Tabel 4. 28 Pengujian Pencatatan Aktivitas dan <i>Infinite Scroll</i>	143
Tabel 4. 29 Pengujian Integrasi ke Aplikasi Pembayaran.....	143
Tabel 4. 30 Respon <i>System Usability Scale</i> (SUS)	144
Tabel 4. 31 Hasil Perhitungan Skor <i>System Usability Scale</i> (SUS).....	145
Tabel 4. 32 Ringkasan Skor Pernyataan SUS	146



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 QRIS MPM Statis Palsu yang Digunakan Pada Kasus Masjid	2
Gambar 2. 1 Validasi Transaksi QRIS dari Tahun 2021 sampai 2024	16
Gambar 2. 2 Jumlah QRIS Merchant dari Tahun 2021 sampai 2024	16
Gambar 2. 3 Ilustrasi Sebelum dan Setelah Adanya QRIS	16
Gambar 2. 4 Tampilan Baru QRIS MPM.....	21
Gambar 2. 5 Tata Letak QRIS MPM.....	22
Gambar 2. 6 QRIS MPM Lengkap	22
Gambar 2. 7 QRIS MPM Ringkas	23
Gambar 2. 8 QRIS MPM Dasar	23
Gambar 2. 9 Framework Umum Document Layout Analysis (DLA).....	26
Gambar 2. 10 Teknik Character Recognition	27
Gambar 2. 11 Contoh Hasil OCR dari PaddleOCR	29
Gambar 2. 12 Contoh Hasil Document Layout Analysis Menggunakan Object Detection	30
Gambar 2. 13 Arsitektur YOLOv11.....	32
Gambar 2. 14 SDLC Secara Umum.....	39
Gambar 2. 15 Contoh Model Wateratif (Waterfall Interatif).....	41
Gambar 2. 16 Kategori NPS, Penerimaan, Kata Sifat, dan Nilai yang Terkait dengan Skor SUS Mentah.....	46
Gambar 3. 1 Flowchart Gambaran Umum Sistem	47
Gambar 3. 2 Metode Waterfall Iteratif yang Dipakai.....	50
Gambar 3. 3 Use Case Diagram Sistem	56
Gambar 3. 4 Diagram Arsitektur Sistem	59
Gambar 3. 5 Activity Diagram Sistem Deteksi Pemalsuan QRIS MPM Statis	62
Gambar 3. 6 Flowchart Rules Engine (Sumber: Dokumentasi Peneliti)	66
Gambar 3. 7 Flowchart Tahapan Pengembangan Dataset.....	67
Gambar 3. 8 Beberapa Data QRIS MPM Statis (Data Positif)	68
Gambar 3. 9 Beberapa Data Non-QRIS (Data Negatif).....	69
Gambar 3. 10 Skema Partisi Dataset.....	70
Gambar 3. 11 (a) Sebelum; (b) Sesudah di-Crop & Koreksi Perspektif.....	71

Gambar 3. 12 Visualisasi Hasil Anotasi Atribut QRIS MPM Statis	71
Gambar 3. 13 Stuktur Data Ground Truth pada JSON.....	72
Gambar 3. 14 Tahapan Pengembangan Model.....	73
Gambar 4. 1 Gambar <i>Entity Relationship</i> Diagram GARDA QRIS.....	83
Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Utama.....	84
Gambar 4. 3 Tampilan Proses Verifikasi	84
Gambar 4. 4 (a) Tampilan Tidak Terdeteksi Pemalsuan; (b) Peringatan Jika Terdeteksi Pemalsuan; (c) Tampilan Terdeteksi Pemalsuan	85
Gambar 4. 5 Tampilan Detail Hasil Pengecekan.....	86
Gambar 4. 6 Tampilan Riwayat Pengecekan	86
Gambar 4. 7 Salah Satu Contoh QRIS asli yang akan direkayasa	94
Gambar 4. 8 Antarmuka <i>Dashboard</i> Label Studio untuk Deteksi Objek.....	98
Gambar 4. 9 Proses Pelabelan Atribut Visual pada Satu Sampel Citra.....	98
Gambar 4. 10 Hasil Pra-Anotasi Teks menggunakan ML <i>Backend</i> PaddleOCRv5	100
Gambar 4. 11 Hasil Anotasi Teks yang sudah di koreksi manual oleh peneliti ..	100
Gambar 4. 12 Perbandingan <i>Confusion Matrix Normalized</i> Model YOLO11 Iterasi 1: (a) Varian YOLO11-n, (b) Varian YOLO11-s, dan (c) Varian YOLO11-m. ...	102
Gambar 4. 13 Perbandingan <i>Confusion Matrix Normalized</i> Model YOLO11 Iterasi 2: (a) Varian YOLO11-n, (b) Varian YOLO11-s, dan (c) Varian YOLO11-m. ...	104
Gambar 4. 14 Implementasi <i>Logic</i> dan <i>Endpoint</i> POST /predictions untuk inisiasi prediksi QRIS.....	108
Gambar 4. 15 Potongan Code Implementasi <i>Workflow</i> Paralel dan Sekuensial pada Celery.	109
Gambar 4. 16 Struktur JSON Hasil Integrasi Data Deteksi dan Ekstraksi	110
Gambar 4. 17 Implementasi Prosedur Validasi Berbasis OCR	114
Gambar 4. 18 Implementasi Logika <i>User Prompt</i> untuk Penanganan Anomali Lokasi.....	115
Gambar 4. 19 Implementasi Mekanisme <i>Subscription</i> dan <i>Catch-up</i> WebSocket.	117
Gambar 4. 20 Tampilan Berkas Citra QRIS pada <i>Object Storage</i> MinIO.	119

Gambar 4. 21 <i>Record</i> Data Hasil Pemeriksaan pada Tabel <i>Predictions</i> PostgreSQL yang Diakses Menggunakan HeidiSQL.	120
Gambar 4. 22 Tampilan (a) Halaman Awal; (1 - 4) Halaman <i>Onboarding</i>	120
Gambar 4. 23 Tampilan Antarmuka Autentikasi: (a) Halaman <i>Login</i> ; (b) Halaman Registrasi; (c) Halaman <i>Reset Password</i>	121
Gambar 4. 24 Implementasi Alur Deteksi: (a) Halaman Utama & <i>Geotagging</i> ; (b) Pratinjau Citra; (c) Indikator Proses Verifikasi.	122
Gambar 4. 25 Implementasi Logika <i>Filter</i> QRIS pada CameraCubit.	123
Gambar 4. 26 Tampilan <i>Dialog</i> Peringatan Validasi Awal: (a) QR Tidak Terbaca; (b) Format Non-QRIS; (c) Deteksi Tautan URL.	123
Gambar 4. 27 Implementasi Halaman Hasil Pemeriksaan (Sesuai Standar).	124
Gambar 4. 28 Implementasi Halaman Hasil Pemeriksaan (Terdeteksi Pemalsuan)	125
Gambar 4. 29 Implementasi Halaman Detail Hasil pada Kondisi QRIS Valid dan Sesuai Standar.	126
Gambar 4. 30 Implementasi Halaman Detail Hasil pada Kondisi Terdeteksi Pemalsuan.	126
Gambar 4. 31 Implementasi Halaman Riwayat Pengecekan.	127
Gambar 4. 32 Perbandingan <i>Accuracy</i> vs <i>Inference Latency</i> GPU pada varian YOLO11 (Iterasi 1 vs Iterasi 2).	129
Gambar 4. 33 Perbandingan <i>Accuracy</i> vs <i>Inference Latency</i> CPU pada varian YOLO11 (Iterasi 1 vs Iterasi 2).	129
Gambar 4. 34 Perbandingan Akurasi dan Latensi PaddleOCR pada lingkungan CPU dan GPU.	131
Gambar 4. 35 <i>Confusion Matrix</i> pengujian sistem <i>end-to-end</i> (130 citra)	133
Gambar 4. 36 <i>Log Mismatch/False Predict</i> dari evaluasi <i>end-to-end</i>	133
Gambar 4. 37 Gambar Buram atau Rusak	134
Gambar 4. 38 Analisis Performa Sistem: (a) Waktu proses per-modul, (b) Tren latensi sistem	136

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Buletin ASPI No: 3/III/2021 Rev	164
Lampiran 2. Google Form Kuisisioner SUS dengan Hasilnya	165
Lampiran 3. Dokumentasi Pengguna saat Menggunakan Aplikasi Garda QRIS	166
Lampiran 4. Surat Pencatatan Ciptaan–HKI (Hak Kekayaan Intelektual)	167
Lampiran 5. Sumber Daya Aplikasi Garda QRIS	168

