DETEKSI QR CODE TERDEGRADASI MENGGUNAKAN MULTI STAGE PIPELINE BERBASIS CNN ENHANCEMENT

TUGAS AKHIR
SKRIPSI

ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN
41522110055

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

lib.mercubuana.ac.id

DETEKSI QR CODE TERDEGRADASI MENGGUNAKAN MULTI STAGE PIPELINE BERBASIS CNN ENHANCEMENT

TUGAS AKHIR
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN
41522110055

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN
NIM	: 41522110055
Program Studi	: Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Deteksi QRCode Terdegradasi Menggunakan Multi Stage Pipeline Berbasis CNN Enhancement" adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 6 Agustus 2026



Achmad Tegar Almannudin

lib.mercubuana.ac.id

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
AKREDITASI UNGGUL

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK
/SIMILARITY CHECK STATEMENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
/The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name	: Achmad Tegar Almannudin
NIM /Student ID Number	: 41522110055
Program Studi /Study Program	: Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir
/The title:
"DETEKSI QR CODE TERDEGRADASI MENGGUNAKAN MULTI STAGE PIPELINE BERBASIS CNN ENHANCEMENT"
telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:
/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

8 Agustus 2026

dengan nilai persentase sebesar :
/with a percentage value of:

11%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer** Universitas Mercu Buana. */declared to meet standards in accordance with applicable regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana.*
File hasil cek similarity turnitin:
/Turnitin similarity report file

https://drive.google.com/file/d/1ff8ZTNfRDA74c6Gua5fJJifGgBiCC_fW/view?usp=drive_link

Jakarta, 8 Agustus 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer
KAMPUS MENARA BHAKTI
Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650
Telp. 021-5840816 (Hunting), Psw : 5700 Fax. 021-5840813
http://www.mercubuana.ac.id, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	:	ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN
NIM	:	41522110055
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir	:	Deteksi QR Code Terdegradasi Menggunakan Multi Stage Pipeline Berbasis CNN Enhancement

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 13 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

Jakarta, 13 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer	Ketua Program Studi Teknik Informatika
Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI	Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0320037002	NIDN/NUPTK: 0225067701

lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Informatika pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua Orang Tua saya yang selalu mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana..

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 6 Agustus 2025

Achmad Tegar Almannudin

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN
NIM	:	41522110055
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi	:	Deteksi QRCode Terdegradasi Menggunakan Multi Stage Pipeline Berbasis CNN Enhancement

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (***Non-exclusive Royalty-Free Right***) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 6 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Achmad Tegar Almannudin

lib.mercubuana.ac.id

DETEKSI QRCODE TERDEGRADASI MENGGUNAKAN MULTI STAGE BERBASIS CNN ENHANCEMENT
ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN

ABSTRAK

Efektivitas sistem tanda tangan digital berbasis QR Code sangat bergantung pada reliabilitas algoritma deteksi terhadap gangguan citra di lingkungan luar ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara empiris performa library deteksi ZBar, OpenCV QRCodeDetector, dan ZXing pada dataset dengan variasi kondisi dunia nyata, serta mengembangkan teknik deteksi yang lebih optimal melalui pendekatan multi tahap. Evaluasi dilakukan pada kondisi standar maupun dengan penerapan light preprocessing berupa grayscale, CLAHE, dan Gaussian Blur, menggunakan parameter tingkat keberhasilan dan waktu deteksi. Selanjutnya, dikembangkan metode deteksi robust multi tahap yang mengintegrasikan OpenCV dan ZXing, serta dilengkapi modul Convolutional Neural Network (CNN) Enhancement untuk menangani degradasi blur dan modul CNN Inpainting untuk memperbaiki struktur QR Code yang mengalami kerusakan ringan hingga sedang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap library memiliki karakteristik performa yang berbeda sesuai kondisi citra, sementara pendekatan multi tahap yang diusulkan mampu meningkatkan robustitas dan tingkat keberhasilan deteksi secara signifikan. Dengan demikian, metode ini diharapkan menjadi rekomendasi untuk mendukung implementasi sistem tanda tangan digital berbasis QR Code yang optimal dan efisien.

Kata kunci : QRCode, Library Deteksi QRCode, Image Preprocessing, Computer Vision, Convolutional Neural Network

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DETECTION OF DEGRADED QR CODES USING A CNN-BASED ENHANCEMENT MULTI-STAGE PIPELINE
ACHMAD TEGAR ALMANNUDIN

ABSTRACT

The effectiveness of QR Code-based digital signature systems relies heavily on the reliability of detection algorithms against image interference in outdoor environments. This study aims to empirically evaluate the performance of ZBar, OpenCV QRCodeDetector, and ZXing detection libraries on a dataset featuring various real-world conditions, while developing a more optimal detection technique through a multi-stage approach. Evaluations were conducted under standard conditions and with the application of light preprocessing, including Grayscale, CLAHE, and Gaussian Blur, using detection success rate and processing time as measurement parameters. Furthermore, a robust multi-stage detection method was developed by integrating OpenCV and ZXing, enhanced with a Convolutional Neural Network (CNN) Enhancement module to handle blur degradation and a CNN Inpainting module to repair QR Code structures experiencing light to moderate damage. The results indicate that each library exhibits distinct performance characteristics depending on the image conditions, while the proposed multi-stage approach significantly improves robustness and detection success rates. Consequently, this method is recommended to support the implementation of optimal and efficient QR Code-based digital signature systems.

Keywords: *QR Code, QR Code Detection Library, Image Preprocessing, Computer Vision, Convolutional Neural Network.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**

KATA PENGANTAR ..... **v**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DIREPOSITORI UMB ..... **vi**

ABSTRAK ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **xi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**

2.1 Penelitian Terdahulu 6

2.2 Teori Pendukung 21

2.2.1 Quick Response Code Digital 21

2.2.2 Computer Vision 23

2.2.3 Library Deteksi QR Code 24

2.2.4 Image Processing 25

2.2.5 Convolutional Neural Network 27

2.2.6 Image Inpainting 29

2.2.7 Adaptive Tresholding 29

2.2.8 Error Corection Code 30

BAB III METODE PENELITIAN **32**

lib.mercubuana.ac.id

3.1 Jenis Penelitian....32
3.2 Analisis Kebutuhan....34
3.2.1 Kebutuhan Fungsionalitas....34
3.2.2 Kebutuhan Non Fungsionalitas....35
3.3 Tahapan Penelitian....36
3.3.1 Studi Literatur....36
3.3.2 Pengumpulan Dataset....37
3.3.3 Augmentasi Dataset....37
3.3.4 Benchmark Library....38
3.3.5 Pelatihan Model CNN Enhancement....39
3.3.6 Pelatihan Model Inpainting....40
3.3.7 Pipeline Deteksi Multi Tahap....41
3.3.8 Analisis Kesimpulan....42

BAB IV PEMBAHASAN....43
4.1 Dataset....43
4.2 Benchmark Library....44
4.3 Pelatihan CNN Enhancement....46
4.4 Pelatihan Inpainting....49
4.5 Pipeline Multi Tahap....52
4.6 Pengujian....55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN....62
4.7 Kesimpulan....62
4.8 Saran....63

DAFTAR PUSTAKA....64

LAMPIRAN....65

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait 7
Tabel 2. 2 Struktur Fungsi QRCode 22
Tabel 2. 3 Library Deteksi QR Code 24
Tabel 2. 4 Teknik Image Preprocessing 26
Tabel 2. 5 Tingkat Kerusakan QR Code (ECC) 31
Tabel 4. 1 Sampel Dataset Eksperimen 43
Tabel 4. 2 Pengujian Kasus Positif Enhancement 56
Tabel 4. 3 Pengujian Kasus Negatif CNN Enhancement 58
Tabel 4. 4 Pengujian Kasus Positif Inpainting 59
Tabel 4. 5 Pengujian Kasus Negatif Inpainting 60

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur QR Code 23
Gambar 2. 2 Tahapan Image Preprocessing 27
Gambar 2. 3 Arsitketur Convolutional Neural Network 28
Gambar 2. 4 Arsitektur CNN Deteksi QR Code 28
Gambar 2. 5 Tingkat Kerusakan QRCode 31
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian 36
Gambar 3. 2 Pengumpulan Dataset 37
Gambar 3. 3 Proses Augmentasi Dataset 38
Gambar 3. 4 Benchmark Library 39
Gambar 3. 5 Pelatihan Model CNN Enhancement 40
Gambar 3. 6 Pelatihan Model Inpainting 41
Gambar 3. 7 Pipeline Deteksi Multi Tahap 42
Gambar 4. 1 Grafik Benchmark Library 45
Gambar 4. 2 Hasil Benchmark Library 45
Gambar 4. 3 Gambar Hasil Pelatihan CNN Enhancement 48
Gambar 4. 4 Grafik Pelatihan CNN Enhancement 49
Gambar 4. 5 Hasil Grafik Pelatihan Inpainting 51
Gambar 4. 6 Visualisasi Proses Inpainting QR Code 51
Gambar 4. 7 Hasil Enhancement Multi Tahap 54
Gambar 4. 8 Hasil Inpainting Multi Tahap 55
Gambar 4. 9 Proses Model Inpainting Multi Tahap 55

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Asistensi 66
Lampiran 2. Curiculum Vitae 67
Lampiran 3 Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI 68
Lampiran 4. Sertifikat BNSP 70

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id