

**SISTEM KLASIFIKASI CITRA MAMMOGRAFI
UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN
MODEL CNN DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNETB2**



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

NURUL MARDHIYAH

062240352297

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

TUGAS AKHIR

SISTEM KLASIFIKASI CITRA MAMMOGRAFI UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN MODEL CNN DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNETB2



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

Nama : Nurul Mardhiyah (062240352297)
Dosen Pembimbing I : Ir. Suroso, M.T.
Dosen Pembimbing II : Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T.

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM KLASIFIKASI CITRA MAMMOGRAFI
UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN
MODEL CNN DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNETB2



Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

NURUL MARDHIYAH

062240352297

Palembang,

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Suroso, M.T.

NIP 196207191993031003

Dosen Pembimbing II

Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T.

NIP 197609302000032002

Mengetahui,



Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Ir. Setiawan Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.

NIP 197967222008011007

Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan Teknik Telekomunikasi

Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.

NIP 199004032013031001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Nurul Mardhiyah
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat Tanggal Lahir : Palembang, 03 September 2005
Alamat : Jl. Letnan Jaimas No.469
NIM : 062240352297
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan Akhir : Sistem Klasifikasi Citra Mammografi Untuk
Deteksi Kanker Payudara Menggunakan
Arsitektur EfficientNetB2

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segera urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang,

2026

Yang Menyatakan



Nurul Mardhiyah

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Kemudian apabila engkau telah membulatkan tekad, maka bertawakallah.

Sungguh, Allah mencintai orang yang bertawakal." - QS. Ali 'Imran [3]: 159

"Sebab Tuhan telah berjanji, setelah sempit ada kemudahan. Kita milik-Nya, semua telah tertulis dan akan kembali pada-Nya." - Raim Laode

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

1. Almarhum Bapak Muhammad Arfai Yahya, ayah tercinta yang telah lebih dahulu berpulang ke pangkuan-Nya. Sosok yang paling dirindukan, yang tidak sempat menyaksikan dan mendampingi putri bungsunya meraih mimpi satu per satu. Terima kasih atas segala pengorbanan yang Ayah berikan. Meski Ayah telah berpulang, Ayah akan selalu menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah kehidupan. Semoga Allah SWT menempatkan Ayah di tempat terbaik di sisi-Nya, menjadikan setiap pencapaian penulis sebagai amal jariyah yang terus mengalir untuk Ayah.
2. Ibu tersayang, Sayuni Wati. Sosok wanita tangguh yang luar biasa yang telah mengusahakan segalanya untuk penulis. Terima kasih karena selalu turut merasakan setiap hal yang dipendam oleh putri bungsumu ini. Terima kasih telah menjadi alasan untuk terus melanjutkan hidup dan meraih mimpi-mimpinya. Di sela bertambahnya usia, hiduplah lebih lama dan lebih bahagia.
3. Kakak-Kakak terhebat, Muhammad Akrom, S.Pd.I., Aipda Muhammad Akmal, Nurul Kamaliyah, S.Pd.Gr., Ahmad Fikri, S.Pd., Ahmad Fadil, A.Md.T., dan Nurul Muthiah, S.M., Semoga penulis dapat mengikuti jejak kebaikan dan keberhasilan kalian. Pencapaian ini adalah salah satu wujud dari doa, dukungan, serta semangat yang selama ini kalian berikan.
4. Bapak Ir. Suroso, M.T., dan Ibu Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingan, dan arahan dalam menuntun perjalanan tugas akhir ini. Beliau adalah sosok yang sangat baik, selalu sabar, dan tulus membimbing hingga penulis mampu berkembang seperti sekarang.
5. Teman-teman seperjuangan, terima kasih atas kerja sama, semangat, dan semua kenangan berharga selama perjalanan ini.
6. Almamater "Politeknik Negeri Sriwijaya".

ABSTRAK

SISTEM KLASIFIKASI CITRA MAMMOGRAFI UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN MODEL CNN DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNETB2

(2026: XV + 101 Halaman + 24 Gambar + 24 Tabel + 10 Lampiran)

NURUL MARDHIYAH

062240352297

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Interpretasi citra mammografi masih sangat bergantung pada pengalaman radiolog sehingga berpotensi menimbulkan variasi hasil pembacaan. Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah, karakteristik visual lesi kanker payudara yang sering kali bersifat halus dan memiliki kontras rendah menyebabkan proses analisis memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi. Penelitian ini bertujuan membangun sistem klasifikasi citra mammografi untuk deteksi kanker payudara menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) EfficientNetB2. Model dikembangkan menggunakan pendekatan *transfer learning* dan dilatih menggunakan dataset CBIS-DDSM yang terdiri atas dua kelas, yaitu *benign* dan *malignant*. Sistem diimplementasikan dalam bentuk antarmuka berbasis web lokal (*on-premise*) yang dilengkapi dengan visualisasi Grad-CAM dan fitur laporan hasil analisis dalam format PDF. Hasil evaluasi model menunjukkan *accuracy* sebesar 72%, *precision* sebesar 67%, *recall* sebesar 96%, *F1-score* sebesar 79%, dan ROC-AUC sebesar 81%. Pengujian tambahan dilakukan menggunakan data mammografi anonim dari RSUD Siti Fatimah Provinsi Sumatera Selatan untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi model. Pengujian menggunakan 15 citra mammografi anonim RSUD Siti Fatimah menunjukkan bahwa sistem berhasil menghasilkan prediksi yang sesuai dengan diagnosis dokter pada 13 citra, sedangkan 2 citra menunjukkan hasil klasifikasi yang tidak sesuai dengan diagnosis dokter. Capaian ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi kasus *malignant* serta berpotensi digunakan sebagai alat bantu skrining awal kanker payudara bagi tenaga medis.

Kata Kunci: Kanker Payudara, Mammografi, *Deep Learning*, EfficientNetB2, Grad-CAM, *Decision Support System*.

ABSTRACT

SISTEM KLASIFIKASI CITRA MAMMOGRAFI UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN MODEL CNN DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNETB2

(2026: XV + 101 Pages + 24 Figure + 24 Table + 10 Appendixes)

NURUL MARDHIYAH

062240352297

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Mammography image interpretation still relies heavily on radiologists' experience, which may lead to variations in reading results. Additionally, the visual characteristics of breast lesions, which are often subtle and low-contrast, necessitate a high level of analytical accuracy. This study aims to develop a mammography image classification system for breast cancer detection using the EfficientNetB2 Convolutional Neural Network (CNN) architecture. The model was developed using a transfer learning approach and trained on the CBIS-DDSM dataset, which consists of two classes: benign and malignant. The system was implemented as a local web-based (on-premise) application equipped with Grad-CAM visualization and a PDF-based analysis report feature. The evaluation results showed an accuracy of 72%, precision of 67%, recall of 96%, F1-score of 79%, and ROC-AUC of 81%. Additional testing was conducted using anonymous mammography data from RSUD Siti Fatimah, South Sumatra Province, to evaluate the model's generalization capability. The results showed that the system produced predictions consistent with the radiologist's diagnosis in 13 out of 15 mammography images, while 2 images were classified differently from the radiologist's diagnosis. These findings indicate that the proposed system has a good capability in detecting malignant cases and has the potential to be used as an early breast cancer screening support tool for medical professionals.

Keywords: Breast Cancer, Mammography, Deep Learning, EfficientNetB2, Grad-CAM, Decision Support System.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesempatan, kemampuan, dan kesehatan sehingga dapat terlaksana dan diselesaikannya Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“SISTEM KLASIFIKASI CITRA MAMMOGRAFI UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN MODEL CNN DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNETB2”** dengan tepat waktu.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, diperoleh banyak bantuan, dukungan, bimbingan, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih sebesar-besarnya serta penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Suroso, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dengan penuh ketulusan dan kesabaran, serta senantiasa meluangkan waktu di sela kesibukannya untuk memastikan pelaksanaan Laporan Tugas Akhir ini berjalan sesuai dengan rencana target yang telah ditetapkan.
6. Ibu Ade Silvia Handayani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk memberikan arahan, koreksi, serta masukan yang membangun dengan penuh ketelitian dan kesabaran selama penyusunan hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.

7. Orang tua dan saudara yang selalu memberikan dorongan moral maupun material serta doa di setiap langkah dan proses selama menempuh kegiatan perkuliahan, termasuk penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Aisyah Salsabila Azzahrah, Hisanah Nakhwah Aulia Faruly, Dian Anjani, Vina Rahmadiany, Aknes Tasia Pratama, Mutiara Qolbu, Fera Wati, Suci Putri Widyani serta Rekan-rekan Divisi Kekayaan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro 2023 yang selalu ada untuk memberikan dukungan, pertukaran ide, serta bantuan yang diberikan selama perkuliahan dari awal diksarlin sampai dengan semester akhir ini.

Dalam penyusunan Laporan ini, masih memiliki ruang untuk pengembangan dalam penyajian tulisan, sehingga dengan penuh kerendahan hati sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan membantu dalam menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat, menambah wawasan bagi para pembaca, serta menjadi sebuah referensi bagi penelitian selanjutnya.

Palembang, 2026
Penulis

Nurul Mardhiyah

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Metode Penulisan	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kanker Payudara dan Mammografi.....	8
2.2 <i>Deep Learning</i> dalam Pengolahan Citra Medis	9
2.3 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	13
2.4 Arsitektur EfficientNetB2	17

2.5	<i>Dataset</i> CBIS-DDSM.....	22
2.6	Evaluasi Kinerja Model.....	25
2.7	Visualisasi Model Menggunakan Grad-CAM.....	29
2.8	Sistem Berbasis <i>Website</i> Lokal dalam Lingkungan Rumah Sakit.....	30
2.9	Teknologi dan Alat yang Digunakan dalam Pembentukan Sistem	31
2.9.1	Bahasa Pemrograman Pembentukan	31
2.9.2	<i>Framework Deep Learning</i>	33
2.9.3	<i>Library</i> Pengolahan Data dan Visualisasi	34
2.9.4	<i>Framework</i> Pembentukan Website	36
2.9.5	Lingkungan Pembentukan.....	38
2.10	Penelitian Terdahulu.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		43
3.1	Kerangka Penelitian	43
3.2	Persiapan dan Pengumpulan Data	45
3.3	<i>Preprocessing</i> Dataset	47
3.4	Pemodelan CNN (Arsitektur EfficientNetB2).....	49
3.5	Evaluasi Model Klasifikasi	55
3.6	Perencanaan Sistem <i>Website</i> Lokal Klasifikasi Citra Mammografi.....	56
3.7	Implementasi Model ke <i>Website</i> Lokal	60
3.8	Pengujian Sistem	62
3.9	Indikator Keberhasilan	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1	Hasil Pengumpulan dan Persiapan Dataset	65
4.2	Hasil <i>Preprocessing</i> Dataset.....	67
4.3	Pelatihan Model EfficientNetB2	70
4.4	Evaluasi Kinerja Model EfficientNetB2	72

4.5	Visualisasi Grad-Cam.....	76
4.6	Implementasi Sistem	78
4.7	Pengujian Implementasi Sistem Menggunakan Data Anonim RSUD Siti Fatimah.....	81
4.8	Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan Sistem	89
BAB V PENUTUP		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN		102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbedaan Arsitektur Machine learning dan Deep Learning [49]....	10
Gambar 2. 2 Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) [9]	13
Gambar 2. 3 Compound Scaling[25].....	18
Gambar 2. 4 Arsitektur EfficientNetB2 [31].....	21
Gambar 2. 5 Dataset CBIS-DDSM TCIA [41]	22
Gambar 3. 1 Bagan Kerangka Penelitian	43
Gambar 3. 2 Tahap Pengumpulan Dataset	45
Gambar 3. 3 Tahap Preprocessing Data	47
Gambar 3. 4 Blok Diagram Arsitektur Model.....	50
Gambar 3. 5 Tahap Pemodelan CNN dengan Arsitektur EfficientNetB2.....	51
Gambar 3. 6 Diagram Input, Proses, dan Output Sistem Klasifikasi Citra Mammografi.....	56
Gambar 3. 7 Blok Diagram Arsitektur Sistem	57
Gambar 3. 8 Flowchart Alur Website Klasifikasi Mammografi.....	59
Gambar 3. 9 Implementasi Model ke Website Lokal.....	60
Gambar 4. 1 Kode Program Preprocessing dan Augmentasi Dataset	68
Gambar 4. 2 Sampel Citra Hasil Preprocessing dan Augmentasi Dataset	69
Gambar 4. 3 Grafik Accuracy pada Training dan Validation	71
Gambar 4. 4 Grafik Loss pada Training dan Validation Loss	71
Gambar 4. 5 Confusion Matrix	74
Gambar 4. 6 ROC Curve	75
Gambar 4. 7 Hasil Visualisasi Grad-CAM Pada Citra Mammografi.....	77
Gambar 4. 8 Halaman Utama Sistem Klasifikasi Kanker Payudara	79
Gambar 4. 9 Deployment Sistem Menggunakan File Batch.....	80
Gambar 4. 10 Shortcut Pada Desktop	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Model-model Pada Deep Learning	11
Tabel 2. 2 Perbandingan Arsitektur Pada Pengolahan Citra Medis CNN.....	15
Tabel 2. 3 Implementasi EfficientNet-B2 pada Citra Medis.....	18
Tabel 2. 4 Ringkasan Dataset CBIS-DDSM TCIA [41]	24
Tabel 2. 5 Confusion Matrix [63].....	26
Tabel 2. 6 Interpretasi Area Under the Curve (AUC) [65].	28
Tabel 2. 7 Perbandingan Bahasa Pemrograman Pembentukan	32
Tabel 2. 8 Framework Deep Learning	34
Tabel 2. 9 Library Pengolahan Data dan Visualisasi	36
Tabel 2. 10 Perbandingan Framework Pembentukan Website	37
Tabel 2. 11 Tabel Lingkungan Pembentukan.....	38
Tabel 2. 12 Studi Terkait.....	40
Tabel 3. 1 Fungsi Layer pada Arsitektur Model EfficientNetB2	50
Tabel 3. 2 Ambang Batas Nilai Metrik Evaluasi Model Klasifikasi Citra.....	55
Tabel 3. 3 Parameter Pengujian Kesesuaian Hasil Klasifikasi.....	62
Tabel 3. 4 Skenario Pengujian Fungsionalitas Sistem	63
Tabel 3. 5 Indikator Keberhasilan	64
Tabel 4. 1 Konversi Format DICOM Menjadi PNG	66
Tabel 4. 2 Distribusi Dataset CBIS-DDSM	66
Tabel 4. 3 Split Dataset	67
Tabel 4. 4 Konfigurasi Preprocessing dan Augmentasi Dataset	69
Tabel 4. 5 Konfigurasi Pelatihan Model	70
Tabel 4. 6 Hasil Evaluasi Model	73
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Menggunakan Data Anonim RSUD Siti Fatimah	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup
Lampiran 2	Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing I
Lampiran 3	Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing II
Lampiran 4	Lembar Bimbingan Pembimbing I
Lampiran 5	Lembar Bimbingan Pembimbing II
Lampiran 6	Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
Lampiran 7	Lembar Revisi Tugas Akhir
Lampiran 8	Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
Lampiran 9	Lembar <i>Letter of Acceptance</i> (LoA) Artikel
Lampiran 10	Lembar Surat Balasan Mitra
Lampiran 11	Lembar <i>Source Code</i> Tugas Akhir
Lampiran 12	Naskah Jurnal Penelitian
Lampiran 13	Dokumentasi Penelitian Tugas Akhir