



***IMPLEMENTATION OF THE WASSERSTEIN GENERATIVE
ADVERSARIAL NETWORK WITH GRADIENT PENALTY (WGAN-GP)
METHOD TO ADDRESS CLASS IMBALANCE IN ALZHEIMER'S
DISEASE MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) DATASETS***

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

MUHAMMAD FAIQ ALAMUDIN

NIM 2011016210030

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
OKTOBER 2025**



***IMPLEMENTATION OF THE WASSERSTEIN GENERATIVE
ADVERSARIAL NETWORK WITH GRADIENT PENALTY (WGAN-GP)
METHOD TO ADDRESS CLASS IMBALANCE IN ALZHEIMER'S
DISEASE MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) DATASETS***

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

MUHAMMAD FAIQ ALAMUDIN

NIM 2011016210030

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
OKTOBER 2025**

SKRIPSI

IMPLEMENTATION OF THE WASSERSTEIN GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK WITH GRADIENT PENALTY (WGAN-GP) METHOD TO ADDRESS CLASS IMBALANCE IN ALZHEIMER'S DISEASE MAGNETIC RESONANCE IMAGE (MRI) DATASETS

Oleh:

MUHAMMAD FAIQ ALAMUDIN

NIM. 2011016210030

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 31 Oktober 2025.

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Muhammad Iqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom.

NIP. 199006122019031013

Dosen Penguji I



Triando Hamonangan Saragih, S.Kom., M.Kom.

NIP. 199308242019031012

Pembimbing II



Radityo Adi Nugroho, S.T., M.Kom.

NIP. 198212042008011006

Dosen Penguji II



Muliadi, S.Kom., M.Sc.

NIP. 197804222010121002

Banjarbaru, 7 November 2025

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer



Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198704212012122003

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan pada Allah SWT karena berkat kasih, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan jurnal yang berjudul “*Implementation of the Wasserstein Generative Adversarial Network with Gradient Penalty (WGAN-GP) Method to Address Class Imbalance in Alzheimer’s Disease Magnetic Resonance Imaging (MRI) Datasets*” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program S1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Pada lembar ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang sangat mendukung penulis dalam pembuatan dan penyusunan jurnal ini, adapun yang dimaksud adalah sebagai berikut:

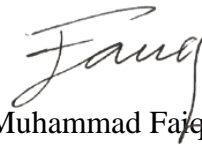
1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunianya selama masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini. Karunia berupa kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan jurnal serta diberikannya rahmat seperti kesehatan, keuangan, waktu, serta yang terpenting iman dan islam yang Alhamdulillah menjadi salah satu faktor penting dalam terselesaikannya tugas akhir in.
2. Kedua orang tua saya, yang selalu membantu dalam jerih payahnya, keringatnya, doa dan harapannya, semangat yang selalu diberikan yang memotivasi saya untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sesegera mungkin. Teruntuk Ibunda tercinta, Tri Riskawati, yang tak pernah lelah untuk memberikan dukungan dan doanya. Tak lupa juga kepada Ayahanda, Sabirin, yang tak pernah mengeluh membiayai biaya pendidikan saya, yang demikian membuat saya semangat untuk menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi saya.
3. Diri saya sendiri, yang mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih karena selama pengerjaan jurnal tidak pernah menyerah, selalu mencari solusi dan mampu untuk keluar ketika dihadapkan oleh masalah.
4. Bapak Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Radityo Adi Nugroho, S.T., M.Kom selaku

dosen pembimbing pendamping yang turut serta membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian jurnal ini.

5. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM, serta seluruh Dosen dan staff.
6. Teman-teman dan sahabat-sahabat keluarga Ilmu Komputer yang memberikan dukungan dalam proses mengerjakan jurnal.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut membantu dalam penyelesaian jurnal ini.

Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini jauh dari sempurna. Meski demikian, diharapkan tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan dan pembaca, serta mendapatkan berkah yang melimpah dari Tuhan Yang Maha Esa.

Banjarbaru, 7 November 2025



Muhammad Fajr Alamudin

ABSTRAK

PENERAPAN METODE WASSERSTEIN GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK-GRADIENT PENALTY UNTUK MENGATASI KETIDAKSEIMBANGAN KELAS PADA DATASET CITRA MAGNETIC RESONANCE IMAGE PENYAKIT ALZHEIMER

(Oleh : Muhammad Faiq Alamudin; Pembimbing : Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom. dan Radityo Adi Nugroho, S.T., M.Kom.: 2025: halaman)

Ketidakseimbangan kelas dalam dataset pencitraan medis seringkali menyebabkan model pembelajaran mesin yang bias, terutama dalam diagnosis penyakit Alzheimer (AD) menggunakan MRI. Studi ini mengusulkan penggunaan Wasserstein Generative Adversarial Networks dengan Gradient Penalty (WGAN-GP) untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas dalam dataset MRI AD. Gambar MRI realistis disintesis untuk tahap AD yang kurang terwakili, dan kualitas data yang dihasilkan diverifikasi secara kuantitatif menggunakan Fréchet Inception Distance (FID), dengan skor FID terendah tercatat sebesar 31,84, menunjukkan tingkat realisme dan keragaman yang tinggi. Gambar sintetis digunakan untuk memperluas dataset 6.400 pemindaian T1-weighted untuk melatih empat arsitektur Jaringan Saraf Konvolusional (CNN): ResNet-50, AlexNet, VGG-16, dan VGG-19. Hasil menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan secara statistik pada semua model ($p < 0,01$ untuk semua perbandingan). Kombinasi AlexNet + WGAN-GP mencapai akurasi tertinggi sebesar 98,54%, mewakili peningkatan rata-rata sebesar 4,76% (95% CI: 2,45% hingga 6,98%) dibandingkan dengan model dasar. Peningkatan signifikan juga diamati pada ResNet-50, VGG-16, dan VGG-19. Peningkatan ini konsisten di berbagai metrik evaluasi, termasuk presisi, recall, skor F1, dan AUC. Temuan ini mengonfirmasi bahwa WGAN-GP merupakan strategi yang sangat efektif dan secara statistik tervalidasi untuk meningkatkan akurasi diagnostik model CNN dalam klasifikasi penyakit Alzheimer.

Kata kunci: WGAN-GP, Penyakit Alzheimer; CNN; Data Sintetis; Ketidakseimbangan Kelas

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF THE WASSERSTEIN GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK WITH GRADIENT PENALTY (WGAN-GP) METHOD TO ADDRESS CLASS IMBALANCE IN ALZHEIMER'S DISEASE MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) DATASETS

(By : Muhammad Faiq Alamudin; Pembimbing : Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom. and Radityo Adi Nugroho, S.T., M.Kom.: 2025: page)

Class imbalance in medical imaging datasets often leads to biased machine learning models, particularly in Alzheimer's disease (AD) diagnosis using MRI. This study proposes the use of Wasserstein Generative Adversarial Networks with Gradient Penalty (WGAN-GP) to mitigate class imbalance in AD MRI datasets. Realistic MRI images were synthesized for underrepresented AD stages, and the quality of the generated data was quantitatively validated using the Fréchet Inception Distance (FID), with the lowest FID score recorded at 31.84, indicating a high degree of realism and diversity. The synthetic images were used to augment a dataset of 6,400 T1-weighted scans for training four Convolutional Neural Network (CNN) architectures: ResNet-50, AlexNet, VGG-16, and VGG-19. Results demonstrated statistically significant improvements in balanced accuracy across all models ($p < 0.01$ for all comparisons). The AlexNet + WGAN-GP combination achieved the highest accuracy of 98.54%, representing a mean improvement of 4.76% (95% CI: 2.45% to 6.98%) over its baseline. Significant gains were also observed for ResNet-50, VGG-16, and VGG-19. These enhancements were consistent across multiple evaluation metrics, including precision, recall, F1-score, and AUC. These findings confirm that WGAN-GP is a highly effective and statistically validated strategy for boosting the diagnostic accuracy of CNN models in Alzheimer's disease classification.

Keywords: WGAN-GP, Alzheimer's Disease; CNN; Synthetic Data Generation; Class Imbalance

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam jurnal ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 7 November 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Faiq AlAmudin

NIM. 2011016210030