



**ANALISIS KOMPARASI METODE ORDINAL REGRESSION
UNTUK KLASIFIKASI KNEE OSTEOARTHRITIS DENGAN
RESNET-18**

SKRIPSI

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

**Oleh
MUHAMMAD KAMAL KHATAMI**

NIM. 2211016310009

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JULI 2026**



**ANALISIS KOMPARASI METODE ORDINAL REGRESSION
UNTUK KLASIFIKASI KNEE OSTEOARTHRITIS DENGAN
RESNET-18**

SKRIPSI

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

**Oleh
MUHAMMAD KAMAL KHATAMI**

NIM. 2211016310009

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

JULI 2026

SKRIPSI

ANALISIS KOMPARASI METODE ORDINAL REGRESSION UNTUK KLASIFIKASI KNEE OSTEOARTHRITIS DENGAN RESNET-18

Oleh :

MUHAMMAD KAMAL KHATAMI

NIM. 2211016310009

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 30 Juni 2026

Susunan Penguji :

Pembimbing Utama



Fatma Indriani, S.T, M.I.T, Ph.D.
NIP. 198404202008122004

Penguji

1.



Muliadi, S.Kom., M.Cs
NIP. 197804222010121002

Pembimbing Pendamping



Andi Farmadi, S.Si., M.T.
NIP. 197307252008011006

2

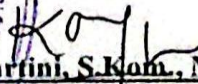


Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom
NIP. 199006122019031013

Banjarbaru, 01 Juli 2026

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer




Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198704212012122003

PRAKATA

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS KOMPARASI METODE ORDINAL REGRESSION UNTUK KLASIFIKASI KNEE OSTEOARTHRITIS DENGAN RESNET-18”** dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Strata-1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian karya ilmiah ini tidak terlepas dari berbagai bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, serta ridho-Nya yang senantiasa menyertai setiap langkah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Abah, mama, serta kaka yang selalu memberikan doa, kasih sayang, motivasi, dan dukungan yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh semangat.
3. Ibu Fatma Indriani, S.T, M.I.T, Ph.D, dan Bapak Andi Farmadi, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan pendamping yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer, beserta seluruh dosen dan staf Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan ilmu, bantuan, serta pelayanan yang sangat berarti selama masa studi penulis.

5. Adin atas dukungan, doa, dan motivasi yang senantiasa diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan "SiKat Jamban Balya Apatis", yaitu Fayyadh, Balya, Iwan, Hafi, Fadhol, dan Thoriq, serta rekan-rekan "KP DIMANA CO", yaitu Faris, Nafis, dan Bagas, atas bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama perkuliahan. Terima kasih juga kepada teman-teman Program Studi Ilmu Komputer angkatan 2022 "NVIDIA 22" atas semangat, motivasi, dan kebersamaan yang telah diberikan.
6. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
7. Terakhir, penulis menyampaikan apresiasi kepada diri sendiri, Muhammad Kamal Khatami, atas segala usaha, ketekunan, dan komitmen selama menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih karena telah mampu bertahan, terus belajar, dan tidak menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan. Semoga segala perjuangan yang telah dilalui menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih baik serta memberikan manfaat bagi diri sendiri, keluarga, masyarakat, dan dunia akademik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Ilmu Komputer.

Banjarbaru, 15 Juli 2026



Muhammad Kamal Khatami

NIM. 2211016310009

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa didalam skripsi 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 didalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 15 Juli 2026



Muhammad Kamal Khatami

NIM. 2211016310009



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER**

Jl. A.Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714 Telp/Fax. (0511) 4773112/4782899

**BERITA ACARA
PERSETUJUAN REKOGNISI KEGIATAN PENGGANTI SKRIPSI**

Pada hari ini, Rabu Tanggal 15 Juli 2026, telah dilakukan evaluasi kelengkapan dokumen

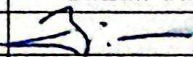
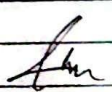
pengganti kegiatan skripsi mahasiswa S1 Ilmu Komputer Fakultas MIPA ULM

Nama	: Muhammad Kamal Khatami
NIM	: 2211016310009
Jenis Kegiatan	: Jurnal Nasional
Kualifikasi Jurnal/Seminar	: Sinta 2
Judul Publikasi	: Evaluating Ordinal Regression Approaches for Automated Knee Osteoarthritis Severity Classification Using ResNet-18 on Radiographic X-ray Images
Nama Jurnal/Penyelenggara	: Journal of Vocational, Informatics and Computer Education (VOICE)
Tanggal Publikasi/Presentasi	: 24 Juni 2026

Dokumen yang diajukan dinyatakan :

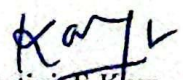
**Memenuhi syarat untuk diterima sebagai REKOGNISI PENGGANTI
KEGIATAN SKRIPSI dan DINYATAKAN LULUS SKRIPSI.**

Demikian Berita Acara ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

No	Nama	Tanda Tangan	
1.	Muliadi, S.Kom., M.Cs		
2.	Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom.		
3.	Fatma Indriani, S.T., M.I.T., Ph.D.		
4.	Andi Farmadi, S.Si., M.T		

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer,

Panitia Skripsi,


Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198704212012122003


Friska Abadi, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198809132023211010

ABSTRAK

Analisis Komparasi Metode Ordinal Regression Untuk Klasifikasi Knee Osteoarthritis dengan Resnet-18

(Oleh: Muhammad Kamal Khatami; Advisor: Fatma Indriani, S.T, M.I.T, Ph.D. dan Andi Farmadi, S.Si., M.T.; 52 Halaman)

Penelitian ini menyajikan evaluasi komparatif terhadap beberapa pendekatan regresi ordinal untuk klasifikasi otomatis tingkat keparahan *Knee Osteoarthritis* (KOA) menggunakan citra radiografi (*X-ray*) lutut. Berbeda dengan pendekatan klasifikasi multikelas konvensional yang memperlakukan setiap tingkat *Kellgren–Lawrence* (KL) sebagai kategori yang saling independen, regresi ordinal secara eksplisit memodelkan hubungan berurutan yang mencerminkan perkembangan tingkat keparahan penyakit. Penelitian ini menggunakan dataset *Knee Osteoarthritis* dari Kaggle yang terdiri atas 8.260 citra radiografi pada subset training, validation, dan testing yang berasal dari total 9.786 citra. Empat pendekatan klasifikasi dievaluasi pada kondisi eksperimen yang identik menggunakan backbone ResNet-18 pralatih, yaitu klasifikasi multikelas konvensional (*baseline*), *Cumulative Link Model* (CLM), *Binary Cross-Entropy* (BCE), dan *Consistent Rank Logits* (CORAL). Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik *Accuracy* (ACC), *Area Under the Curve* (AUC), *Mean Absolute Error* (MAE), *Quadratic Weighted Kappa* (QWK), dan *F1-score*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan BCE memberikan kinerja terbaik dengan memperoleh ACC sebesar 67,81%, AUC sebesar 89,72%, MAE sebesar 0,3702, QWK sebesar 0,8393, dan F1-score sebesar 0,6750, sehingga mengungguli pendekatan *baseline*, CLM, dan CORAL. Meskipun model *baseline* tetap menunjukkan performa yang kompetitif, CLM menghasilkan nilai QWK terendah, sedangkan CORAL memperoleh F1-score terendah. Seluruh pendekatan yang dievaluasi masih mengalami kesulitan dalam mengklasifikasikan *Grade 1*, yang menunjukkan bahwa identifikasi KOA pada tahap awal masih menjadi tantangan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa dekomposisi ordinal berbasis ambang (*threshold-based ordinal decomposition*) mampu memberikan keseimbangan yang lebih baik antara pemanfaatan informasi ordinal dan fleksibilitas prediksi dibandingkan formulasi ordinal lainnya pada kondisi eksperimen yang digunakan.

Kata Kunci: *Deep Learning, Knee Osteoarthritis, Ordinal Regression, Radiographic Classification, ResNet-18.*

ABSTRACT

Evaluating Ordinal Regression Approaches for Automated Knee Osteoarthritis Severity Classification Using ResNet-18 on Radiographic X-Ray Images

(By: Muhammad Kamal Khatami; Advisor: Fatma Indriani, S.T, M.I.T, Ph.D. dan Andi Farmadi, S.Si., M.T.; 52 Pages)

This study presents a comparative evaluation of ordinal regression approaches for automated Knee Osteoarthritis (KOA) severity grading using knee X-ray images. Unlike conventional multi-class classification, which treats Kellgren–Lawrence (KL) grades as independent categories, ordinal regression explicitly models the ordered progression of disease severity. The study utilized the publicly available Knee Osteoarthritis dataset from Kaggle, comprising 8,260 predefined training, validation, and testing images derived from the original dataset of 9,786 radiographs. Four classification approaches were evaluated under identical experimental settings using a pretrained ResNet-18 backbone, including conventional multi-class classification (baseline), Cumulative Link Model (CLM), Binary Cross-Entropy (BCE), and Consistent Rank Logits (CORAL). Model performance was assessed using Accuracy (ACC), Area Under the Curve (AUC), Mean Absolute Error (MAE), Quadratic Weighted Kappa (QWK), and F1-score. Experimental results showed that the BCE approach achieved the best overall performance, obtaining 67.81% ACC, 89.72% AUC, 0.3702 MAE, 0.8393 QWK, and 0.6750 F1-score, outperforming the baseline, CLM, and CORAL methods. Although the baseline remained competitive, CLM produced the lowest QWK (0.7713), while CORAL recorded the lowest F1-score (0.3769). Across all evaluated approaches, Grade I was consistently the most challenging severity category, indicating persistent difficulty in distinguishing early-stage KOA cases. These findings demonstrate that threshold-based ordinal decomposition provides a more effective balance between ordinal awareness and predictive flexibility than alternative ordinal formulations under the evaluated experimental setting.

Keywords: Deep Learning, Knee Osteoarthritis, Ordinal Regression, Radiographic Classification, ResNet-18.