

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Osteoarthritis (OA) adalah sebuah penyakit muskuloskeletal yang bisa menyebabkan kecacatan [1], [2]. Etiologi Osteoarthritis sampai saat ini masih sulit dipahami, dan belum ditemukan obatnya, dan pada akhirnya solusi untuk penderita osteoarthritis mengarah pada penggantian lutut total [1]. Untuk saat ini hanya terapi yang tersedia untuk pasien Osteoarthritis yang merupakan intervensi perilaku, misalnya penurunan berat badan, latihan fisik yang dirancang dengan benar, dan penguatan otot sendi, yang dapat meredakan nyeri sementara dan menurunkan laju perkembangan Osteoarthritis [3].

Osteoarthritis untuk saat ini didiagnosis menggunakan pemeriksaan klinis dan hampir selalu dikonfirmasi dengan radiografi (pencitraan sinar-X) yang merupakan modalitas pencitraan yang murah dan banyak digunakan.[4]. Standar emas ukuran keparahan OA lutut radiografi adalah sistem penilaian *Kellgren-Lawrence* (KL) [5]. Namun, nilai KL menyulitkan subjektivitas seorang praktisi dan itu juga merupakan skor gabungan yang tidak berfokus secara terpisah pada fitur individu serta sisi OA (lateral atau medial).

Pendekatan yang lebih baru untuk menilai keparahan OA radiografi adalah atlas *Osteoarthritis Research Society International* (OARSI) [6]. Secara khusus, pendekatan ini memungkinkan penilaian fitur seperti *joint space narrowing* (JSN) , *tibial osteophytes* (TO), *femoral osteophytes* (FO), dan berdasarkan kompartemen. Namun, serupa dengan skor KL, penilaian OARSI menyulitkan subjektivitas pembaca. Secara potensial, metode bantuan komputer berdasarkan *Machine Learning* (ML) dapat memperbaiki situasi ini dengan mengotomatiskan penilaian OARSI menjadi sama seperti yang telah dilakukan untuk penilaian KL [4].

Deep Learning (DL) adalah pendekatan ML mutakhir yang memungkinkan pembelajaran fitur langsung dari data, dan baru-baru ini merevolusi bidang analisis citra medis dengan melampaui teknik penglihatan

komputer konvensional yang memerlukan rekayasa manual metode representasi data [7]. Dalam bidang penelitian OA, beberapa penelitian menunjukkan keberhasilan dalam analisis data *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)[8], [9], penelitian dasar [10], prediksi perkembangan osteoarthritis lutut [11] dan, khususnya, otomatisasi penilaian KL pada radiografi lutut dan pinggul menggunakan jaringan saraf konvolusional (CNN)[4], [12]–[14]. Namun, hanya beberapa upaya yang telah dilakukan untuk menilai fitur OA lutut individu dari radiografi polos.

Oka dkk. [15] adalah orang pertama yang melaporkan analisis otomatis fitur OA lutut individu. Kemudian, Thomson dkk. (2016) [16] menggunakan pengaturan yang lebih kuat dan metodologi lanjutan berdasarkan *descriptor* bentuk dan tekstur untuk mengevaluasi keberadaan *osteofit* dan radiografi OA (KL 2). Para penulis melaporkan *Receiver operating Characteristic* (ROC) untuk mendeteksi *osteofit* sebagai 0,85. Namun, studi tersebut memiliki dua keterbatasan utama. Pertama, penelitian arXiv: 1907.08020v1 [eess.IV] yang dilakukan pada 18 Juli 2019 ukuran set relatif kecil dibandingkan dengan studi OA lainnya [4], [12]. Kedua, masalah diskriminasi biner antara *osteofit* OARSI kelas 0-1 dan 2-3 mungkin tidak relevan secara klinis, karena *grade* 1 sudah menunjukkan adanya *osteofit* [6].

Berbeda dengan studi di atas, keterbatasan yang disebutkan di atas telah dibahas dalam studi terbaru oleh Antony [16] di mana pendekatan berbasis CNN untuk analisis simultan dari nilai KL dan OARSI diusulkan. Namun, batasan dari penelitian ini adalah *dataset* yang terdiri dari kombinasi data OAI (*Osteoarthritis Initiative*) dan MOST (*Multi-center Osteoarthritis study*) dan, selanjutnya, kesepakatan antara prediksi metode dan label set pengujian terbukti lebih rendah dari perjanjian antar penilai antara pengamat manusia untuk kelas KL dan OARSI. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menangani kedua keterbatasan tersebut dan menunjukkan kesepakatan yang sangat baik dari metode yang digunakan pada penelitian ini dengan label set pengujian.

Karya terkait lainnya untuk penelitian ini adalah oleh [12], [17] dan [4]. Studi oleh [12],[17] sedang merintis di lapangan, sedangkan studi oleh [4] menghasilkan hasil mutakhir baru dalam penilaian KL - kappa kuadrat Cohen 0,83, dan juga dalam deteksi OA radiografi - area di bawah kurva KOP 0,93. Akurasi seimbang adalah 66,71%.

Dalam penelitian ini disajikan kerangka kerja sistem berbasis *Deep Learning* untuk penilaian KL. Kontribusi utama penelitian ini dapat diringkas sebagai berikut:

- Pada penelitian ini dilakukan *preprocessing* data dengan cara melakukan normalisasi data citra sehingga akan didapatkan citra yang lebih efisien untuk proses pelatihan dan pengujian.
- Penelitian ini menggunakan *dataset* citra *x-ray* lutut *Osteoarthritis Initiative (OAI)* yang berjumlah 8260 data.
- Pada penelitian ini dibuat model *Deep CNN* menggunakan arsitektur ResNet-50 dan ResNet-50V2 dengan algoritma optimasi Adam dan SGD.
- Pada penelitian ini dilakukan perbandingan kinerja arsitektur ResNet-50 dan ResNet-50V2 serta perbandingan algoritma optimasi Adam dan SGD.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan sistem yang akurat untuk melakukan klasifikasi tingkat keparahan osteoartritis lutut. Sehingga dapat membantu dan menjadi rujukan penelitian selanjutnya dan juga dapat membantu dunia kesehatan dalam mendeteksi tingkat keparahan osteoartritis lutut dari radiografi (pencitraan sinar-X).

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1. Permasalahan

Pengembangan sistem model *Deep CNN* untuk menentukan tingkat keparahan osteoartritis lutut pada manusia. Oleh sebab itu, dibutuhkan model dengan algoritma optimasi yang berkinerja terbaik diantara model arsitektur *Deep CNN* ResNet-50 dan ResNet-50V2 serta dengan algoritma optimasi Adam dan SGD (*Stochastic Gradient Descent*) berdasarkan penilaian akurasi, *f1-score*, dan AUC.

1.2.2. Solusi Permasalahan

Solusi yang digunakan untuk mendapatkan sistem dengan kinerja yang akurat adalah dengan menggunakan metode *Deep Convolutional Neural Network (Deep CNN)* yang berarsitektur ResNet-50 dan ResNet-50V2 dengan melakukan uji coba pada jumlah *dataset* yang digunakan.

1.2.3. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana pengaruh pemilihan arsitektur terhadap pengembangan model *Deep CNN* untuk klasifikasi tingkat keparahan osteoarthritis lutut dari radiografi? Mana yang terbaik di antara model arsitektur ResNet-50 dan ResNet-50V2 menurut perbandingan dengan pengukuran nilai AUC?
2. Bagaimana pengaruh pemilihan algoritma *optimizer* terhadap pengembangan model *Deep CNN* untuk klasifikasi tingkat keparahan osteoarthritis lutut dari radiografi? Mana yang terbaik di antara algoritma optimasi menurut perbandingan dengan pengukuran nilai AUC?
3. Apakah model *Deep CNN* yang dihasilkan pada penelitian ini sudah bisa dikatakan baik untuk digunakan untuk klasifikasi tingkat keparahan osteoarthritis lutut dari radiografi?
4. Bagaimana pengaruh jumlah *dataset* terhadap pengembangan model *Deep CNN* untuk klasifikasi tingkat keparahan osteoarthritis lutut dari radiografi?

1.3. Batasan Masalah

1. Klasifikasi citra dibagi menjadi 5 kelas, yaitu tingkat 0 – 4 (dari yang normal sampai sangat parah).
2. *Dataset* yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian adalah *dataset* citra x-ray lutut *Osteoarthritis Initiative (OAI)* yang berjumlah 8260 data.
3. Menggunakan *preprocessing* data citra dengan melakukan normalisasi menggunakan rata-rata dan standar deviasi data citra.
4. Menggunakan algoritma *optimizer* Adam dan SGD.

5. Penelitian ini difokuskan untuk implementasi klasifikasi tingkat keparahan osteoarthritis lutut dari radiografi (pencitraan sinar-X) dengan menggunakan metode *Deep Convolutional Neural Network (Deep CNN)*.

1.4. Manfaat dan Tujuan

1.4.1. Manfaat

Dibuatnya sebuah sistem ini diharapkan dapat membantu dunia kesehatan dalam mendeteksi tingkat keparahan osteoarthritis lutut dari radiografi (pencitraan sinar-X).

1.4.2. Tujuan

Menerapkan algoritma *Deep Convolutional Neural Network (Deep CNN)* dengan arsitektur ResNet-50 dan ResNet50V2 dan dengan menggunakan algoritma optimasi Adam dan SGD untuk mengetahui tingkat keparahan osteoarthritis lutut manusia dari data citra radiografi (pencitraan sinar-X) *Knee OAI*.

1.5. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu:

a. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data serta informasi yang membantu penyelesaian penelitian. Data serta informasi yang dikumpulkan meliputi materi tentang metode yang digunakan seperti jurnal-jurnal tentang OA, CNN, ResNet-50, serta teori terkait yang digunakan, *dataset* citra OA lutut, serta informasi terkait *library* yang digunakan.

b. Analisa dan Perancangan Sistem

Setelah mempelajari data yang telah terkumpul kemudian dilakukan proses analisa dan perancangan sistem. Pada proses ini dibangun beberapa arsitektur sistem yang digunakan pada tahap pengujian serta pembagian *dataset* untuk proses pelatihan dan

pengujian.

c. Implementasi Sistem

Proses ini dilakukan sesuai dengan arsitektur yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Tahap implementasi berisi fungsi-fungsi yang membantu jalannya penelitian seperti, fungsi praproses *dataset*, pembuatan fungsi matriks anotasi dari setiap kelas citra. Lalu pembuatan model pengujian yang menggunakan arsitektur ResNet-50 dan ResNet-50V2. Implementasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*, *library Keras*, dan *framework TensorFlow*.

d. Uji Coba Sistem

Pada tahap ini dilakukan proses pelatihan terhadap data pelatihan menggunakan fungsi-fungsi yang telah diimplementasikan sehingga dihasilkan sebuah model. Model yang didapat dari proses pelatihan digunakan untuk melakukan pengujian terhadap data uji.

e. Evaluasi

Setelah dilakukan proses uji coba sistem dilakukan proses evaluasi untuk mengetahui kualitas akurasi dari model yang didapatkan. Proses evaluasi dijalankan dengan menggunakan *confusion matrix* yang menghasilkan nilai *F1-Score*, akurasi, serta *Area Under Receiver Operating Characteristic (AUROC) Curve*. Sistem dievaluasi kembali jika kinerja pada proses klasifikasi tidak sesuai dengan harapan.

f. Dokumentasi

Pembuatan dokumentasi dimulai dari tahapan studi pustaka hingga evaluasi.

1.6. Sistematika Laporan Tugas Akhir

Tugas Akhir ini ditulis dengan menggunakan sistematika penulisan seperti berikut :

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang tentang ruang lingkup permasalahan yang dibahas, solusi yang diusulkan agar dapat menyelesaikan permasalahan, manfaat dan tujuan dengan diterapkannya solusi yang diusulkan, serta sistematika penulisan proposal.

- **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini membahas teori mengenai *Deep Convolutional Neural Network* (CNN), *library* yang digunakan, pengukuran akurasi, serta penelitian terkait yang telah ada sebelumnya.

- **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang keseluruhan analisa dan rancangan sistem yang dilakukan, *dataset* yang digunakan, arsitektur sistem, serta arsitektur pelatihan dan pengujian.

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil implementasi sistem dengan metode yang digunakan. Hasil implementasi terdiri dari lingkungan uji coba dan hasil uji coba sistem.

- **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang disesuaikan dengan pertanyaan penelitian dan saran terkait pengembangan aplikasi selanjutnya.