

KLASIFIKASI FRAKTUR TULANG PADA CITRA RONTGEN
MENGUNAKAN METODE CANNY EDGE DETECTION DAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya*



Oleh:

Fiolinora Syafiya
09021282025111

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI


KLASIFIKASI FRAKTUR TULANG PADA CITRA RONTGEN
MENGUNAKAN METODE CANNY EDGE DETECTION DAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Oleh:

Fiolinora Syafiya
NIM: 09021282025111


Palembang, 5 Agustus 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

Pembimbing



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Selasa tanggal 23 Juli 2024 telah dilaksanakan ujian Komprehensif Skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Fiolinora Syafiya
NIM : 09021282025111
Judul : ~~Klasifikasi Fraktur Tulang pada Citra Rontgen Menggunakan~~
Metode Canny Edge Detection dan Convolutional Neural Network.

Dan dinyatakan LULUS.

1. Ketua Penguji

Desty Rodiah, S.Kom., M.T.

NIP. 198912212020122011



2. Penguji

Anggina Primanita, M.IT., Ph.D.

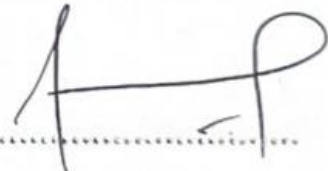
NIP. 198908062015042002



3. Pembimbing I

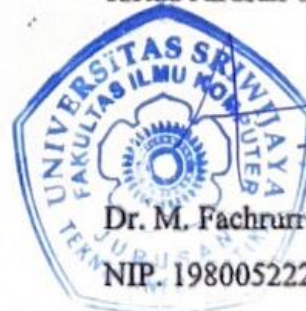
Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.

NIP. 198005222008121002



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.

NIP. 198005222008121002

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fiolinora Syafiya

NIM : 09021282025111

Program Studi : Teknik Informatika Bilingual

Judul : Klasifikasi Fraktur Tulang pada Citra Rontgen

Menggunakan Metode Canny Edge Detection dan Convolutional Neural Network

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 15%

Menyatakan bahwa laporan skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, masa saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 15 Juli 2024



Fiolinora Syafiya

NIM. 09021282025111

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Always bejeweled—walk into a room and make the whole place shimmer.”

Kupersembahkan Skripsi ini kepada:

- Allah SWT
- Orang Tua
- Keluarga Besar
- Teman-teman penulis, serta
- Almamater Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

Fractures in bones are a common occurrence in the medical field. Accidents are the leading cause of such injuries in Indonesia, particularly among children and males. Currently, fracture identification through X-ray images is performed using conventional methods that rely on visual analysis by doctors, which are often inaccurate. This study proposes the use of Convolutional Neural Network (CNN) methods to classify bone fractures in X-ray images after edge detection using the Canny Edge Detection method. The system was built by training separately on humerus and forearm bones using 10 different combinations of Canny thresholds and epochs. For the humerus bone, the best result achieved an accuracy rate of 0.91 with a combination of Canny threshold 100-150 and 10 epochs. In contrast, for the forearm bone, there were three combinations with the same accuracy rate of 0.82. Canny threshold 100-150 with 10 epochs, and 150-200 and 200-255 with 25 epochs. Based on these results, this study demonstrates that the humerus bone is more suitable for developing an edge detection system compared to the forearm bone. The similar bone structure but different positions of the bones in the X-ray image dataset greatly affect the final classification results after applying Canny edge detection.

Key Words: *Fracture, Rontgen, Canny Edge Detection, Convolutional Neural Network*

ABSTRAK

Fraktur pada tulang menjadi hal yang cukup sering terjadi pada dunia medis. Kecelakaan menjadi penyebab dengan prevalensi tertinggi di Indonesia, terutama pada anak-anak dan laki-laki. Identifikasi fraktur melalui citra rontgen saat ini dilakukan dengan metode konvensional yang mengandalkan analisis visual oleh para dokter seringkali tidak akurat. Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Convolutional Neural Network* (CNN), untuk mengklasifikasi fraktur tulang pada citra rontgen setelah melakukan deteksi tepi menggunakan metode *Canny Edge Detection*. Sistem dibangun dengan melakukan *training* terpisah antara tulang humerus dan forearm menggunakan 10 kombinasi *threshold canny* dan *epoch*. Pada tulang humerus hasil terbaik memiliki tingkat *accuracy* sebesar 0.91 pada kombinasi *canny threshold* 100 – 150 *epoch* 10. Sedangkan pada tulang forearm terdapat tiga kombinasi yaitu *canny threshold* 100 – 150 *epoch* 10 serta 150 – 200 dan 200 – 255 *epoch* 25 dengan tingkat *accuracy* sama sebesar 0.82. Berdasarkan hasil tersebut dapat dibuktikan pada penelitian ini bahwa tulang humerus lebih cocok digunakan dalam pengembangan sistem deteksi tepi dibandingkan dengan tulang forearm. Struktur tulang yang hampir mirip namun posisi tulang pada dataset citra rontgen yang berbeda sangat berpengaruh pada hasil akhir pengklasifikasian setelah melewati *Canny Edge Detection*.

Kata Kunci: Fraktur, Rontgen, *Canny Edge Detection*, *Convolutional Neural Network*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi sebagai hasil dari perjalanan panjang dan dedikasi dalam menempuh Program Sarjana Jurusan Teknik Informatika Bilingual. Skripsi ini berjudul “Klasifikasi Fraktur Tulang pada Citra Rontgen menggunakan Canny Edge Detection dan Convolutional Neural Network”. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah dan Mami tercinta, Bapak Firhadi dan Ibu Mardiyati. Dua orang yang selalu memberikan dukungan luar biasa kepada penulis, memberikan materi yang berkecukupan kepada penulis, serta doa yang tak henti mereka panjatkan untuk penulis. Terima kasih sudah menaruh harapan dan kepercayaan kepada penulis untuk membanggakan ayah dan mami.
3. Keluarga Suwarno dan Samsul Komar selaku keluarga besar penulis yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, apresiasi, materi serta pelajaran untuk kehidupan penulis.
4. *My Furbabies*, Bobby, Snowy, Cus, Abang, Adek, dan Gemoy selaku teman serta penyemangan penulis dalam proses penelitian. Selain itu, terima kasih juga untuk anak bulu penulis yang telah berpulang Pupuy, Pussy, Panjang, Belang, Cantik, Lion, Wings, Tungtung, Blacky, Matoa, Tommy, Oci, Cis, Hazelnut, Hershey, Oreo, Momogi, Dakochan, Tirai, dan Item yang amat penulis sayangi.
5. Bapak Prof. DR. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

7. Bapak Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama penulis menjalani proses pembuatan skripsi hingga selesai.
8. Staf Admin Jurusan Teknik Informatika dan Staf Fakultas Ilmu Komputer yang telah membantu urusan administrasi sekaligus akademik penulis.
9. Dea Ramadhanty, Friska Azzahra, Sindy Nurhaliza, Wenny Olivia, Dewa Risky Mediano, Rico Darmawan, Galih Abdallah, Fahririzky Arfenda, Idni Syahdi, Rifky Syailendra, dan Muhammad Irfan Arifa selaku sahabat penulis sejak SMA hingga sekarang yang selalu memberikan kebahagiaan dalam hidup.
10. Nabil Omar Syarif, Annisa Azzahra, Diva Raysa Gabriel, Dwiputra Aditya, Arya Mulya Kusuma, dan Fernandico Geovardo selaku teman seperjuangan penulis pada perkuliahan online kelas Teknik Informatika Reguler yang sangat supportive membantu penulis selama 4 semester.
11. Aini Nabilah, Ridho Weedy Rachmanda, Muhammad Raihan Habibullah, Muhamad Rifqi dan Nazifah Suci Aqillah selaku teman pada perkuliahan Teknik Informatika Bilingual yang sangat bermurah hati ingin berteman dengan penulis serta mengiringi masa skripsi yang sangat sulit bagi penulis.
12. Julia Shakira Pratiwi selaku orang tua penulis di BEM KM Fasilkom Unsri yang kini menjadi sahabat penulis, terima kasih telah memberikan kepercayaan serta dengan tulus ingin berteman lebih jauh dengan penulis selama masa perkuliahan.
13. Andriana Kaspari selaku sahabat serta adik penulis yang selalu memberikan support, perhatian, kasih sayang, serta materi yang sangat berkesan selama masa perkuliahan penulis.
14. Fiya sebagai sosok anak kecil dalam diri Fiolinora Syafiya, terima kasih sudah berjuang serta bertahan untuk hidup yang lebih menarik kedepannya. Terima kasih sudah mampu melawan ego selama masa penulisan skripsi yang menguras seluruh pikiran dan tenaga. Hidup lebih lama, Fiya.
15. Seluruh pihak yang telah menjadi teman penulis selama ini

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran, kritik, dan masukan dari pembaca sangat saya harapkan untuk perbaikan dan pengembangan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan memberikan sumbangsih kecil bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Palembang 18 Juli 2024

Fiolinora Syafiya

DAFTAR ISI

KLASIFIKASI FRAKTUR TULANG PADA CITRA RONTGEN MENGGUNAKAN METODE CANNY EDGE DETECTION DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK.....	1
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRACT.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I - 1
1.1 Pendahuluan	I - 1
1.2 Latar Belakang Masalah	I - 1
1.3 Rumusan Masalah	I - 4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I - 4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I - 5
1.6 Batasan Masalah.....	I - 5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I - 5
1.8 Kesimpulan.....	I - 7
BAB II KAJIAN LITERATUR	II - 1
2.1 Pendahuluan	II - 1
2.2 Landasan Teori	II - 1

2.2.1 Tulang	II - 1
2.2.2 Fraktur Tulang	II - 2
2.2.3 Rontgen.....	II - 5
2.2.4 Deteksi Tepi (<i>Edge Detection</i>)	II - 5
2.2.5 Operator <i>Canny</i>	II - 6
2.2.6 <i>Convolutional Neural Network</i>	II - 8
2.2.7 VGG19 Model	II - 9
2.2.8 <i>Deep Learning</i>	II - 10
2.2.9 <i>Confusion Matrix</i>	II - 11
2.2.10 <i>Rational Unified Process (RUP)</i>	II - 13
2.3 Penelitian Lain yang Relevan	II - 15
2.3.1 Aplikasi Pengolahan Citra untuk Mendeteksi Fraktur Tulang dengan Metode Deteksi Tepi <i>Canny</i>	II - 15
2.3.2 Rancangan Aplikasi Deteksi Tepi Citra menggunakan Metode <i>Robinson</i> dan <i>Canny Edge Detection</i>	II - 16
2.3.3 Pengenalan Motif Songket Palembang Menggunakan Deteksi Tepi <i>Canny</i> , PCA dan KNN.....	II - 16
2.3.4 Klasifikasi Citra Rontgen Covid-19 dengan menggunakan <i>Deep Learning</i>	II - 17
2.3.5 Klasifikasi jenis Kendaraan Menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	II - 17
2.3.6 Klasifikasi Citra Motif Batik Banyuwangi menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i>	II - 18
2.4 Kesimpulan.....	II - 18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III - 1
3.1 Pendahuluan	III - 1
3.2 Unit Penelitian	III - 1
3.3 Pengumpulan Data	III - 1
3.4 Tahapan Penelitian	III - 3

3.4.1 Kerangka Kerja	III - 4
3.4.2 Kriteria Pengujian	III - 9
3.4.3 Format Data Pengujian	III - 11
3.4.4 Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian.....	III - 13
3.4.5 Pengujian Penelitian	III - 13
3.4.6 Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan	III - 13
3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III - 13
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK.....	IV - 1
4.1 Pendahuluan	IV - 1
4.2 Fase Insepsi	IV - 1
4.2.1 Pemodelan Bisnis.....	IV - 1
4.2.2 Kebutuhan Sistem.....	IV - 1
4.2.3 Analisis dan Desain	IV - 6
4.3 Fase Elaboration	IV - 15
4.3.1 Pemodelan Bisnis.....	IV - 15
4.3.2 Kebutuhan Sistem.....	IV - 18
4.3.3 Diagram Sequence	IV - 19
4.3.4 Diagram Kelas	IV - 21
4.4 Fase Konstruksi	IV - 22
4.4.1 Kebutuhan Sistem.....	IV - 23
4.4.2 Implementasi.....	IV - 23
4.5 Fase Transisi.....	IV - 24
4.5.1 Pemodelan Bisnis.....	IV - 25
4.5.2 Kebutuhan Sistem.....	IV - 25
4.5.3 Rencana Pengujian.....	IV - 26
4.5.4 Implementasi Pengujian Perangkat Lunak	IV - 29
4.6 Kesimpulan.....	IV - 34
BAB V HASIL DAN ANALISIS	V - 1

5.1 Pendahuluan	V - 1
5.2 Hasil Penelitian.....	V - 1
5.2.2 Hasil Klasifikasi Citra Rontgen pada tiap Pengujian	V - 9
5.3 Analisis Hasil Percobaan Penelitian.....	V - 14
5.5 Kesimpulan.....	V - 18
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI - 1
6.1 Pendahuluan	VI - 1
6.2 Kesimpulan.....	VI - 1
6.3 Saran.....	VI - 2
DAFTAR PUSTAKA	ix

DAFTAR TABEL

Tabel II – 1. Confusion Matrix	II - 12
Tabel III – 1. Kriteria Pengujian Threshold Canny.....	III - 10
Tabel III – 2. Rancangan Tabel Pengujian Klasifikasi Fraktur Tulang	III - 11
Tabel IV – 1. Kebutuhan Sistem dalam Pengembangan Sistem Klasifikasi Fraktur Tulang	IV - 2
Tabel IV – 2. Kebutuhan Sistem Training Dataset Citra Rontgen.....	IV - 4
Tabel IV – 3. Kebutuhan Fungsional	IV - 5
Tabel IV – 4. Kebutuhan Non-Fungsional.....	IV - 6
Tabel IV – 5. Definisi Aktor	IV - 8
Tabel IV – 6. Definisi Use Case	IV - 9
Tabel IV – 7. Skenario Use Case Upload File	IV - 9
Tabel IV – 8. Skenario Use Case Klasifikasi Fraktur Tulang.....	IV - 10
Tabel IV – 9. Rencana Uji Use Case pada Proses Upload File.....	IV - 26
Tabel IV – 10. Rencana Uji Use Case pada Proses Testing Data	IV - 27
Tabel IV – 11. Pengujian Use Case pada Proses Upload File	IV - 30
Tabel IV – 12. Pengujian Use Case pada Proses Testing Data	IV - 31
Tabel V – 1. Perbandingan citra canny threshold 0 – 50 dengan threshold 200 - 255.....	V - 2
Tabel V – 2. Hasil Benchmark Penelitian Tulang Humerus	V - 4
Tabel V – 3. Hasil Benchmark Penelitian Tulang Forearm	V - 6
Tabel V – 4. Hasil Klasifikasi Tulang Humerus	V - 9
Tabel V – 5. Hasil Klasifikasi Tulang Forearm	V - 11

DAFTAR GAMBAR

Gambar II – 1. Ilustrasi Fraktur Tulang dan Jenisnya	II - 2
Gambar II – 2. Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN)	II - 9
Gambar II – 3. Arsitektur VGG19 Model.....	II - 10
Gambar II – 4. Ruang Lingkup Deep Learning	II - 11
Gambar II – 5. Ilustrasi Arsitektur Rational Unified Process (RUP).....	II - 14
Gambar III – 1. (a) Citra Rontgen Tulang Humerus Normal (b) Citra Rontgen Tulang Humerus Fracture (c) Citra Rontgen Tulang Forearm Normal (d) Citra Rontgen Tulang Forearm Fracture	III - 2
Gambar III – 2. Alur Tahapan Penelitian.....	III - 3
Gambar III – 3. Alur Tahapan Preprocessing Data.....	III - 5
Gambar III – 4. Alur Proses Splitting Dataset	III - 6
Gambar III – 5. Alur Proses Training Dataset	III - 8
Gambar III – 6. Alur Proses Deteksi Tepi Citra Rontgen	III - 9
Gambar III – 7. Tahapan Proses Pengembangan dengan metode RUP	III - 14
Gambar IV – 1. Diagram Use Case.....	IV - 8
Gambar IV – 2. Diagram Aktivitas Upload File	IV - 13
Gambar IV – 3. Diagram Aktivitas Klasifikasi Fraktur Tulang.....	IV - 14
Gambar IV – 4. Diagram Perancangan Data.....	IV - 16
Gambar IV – 5. Rancangan Interface Landing Page Sistem Klasifikasi Fraktur Tulang	IV - 17
Gambar IV – 6. Rancangan Interface Sistem Klasifikasi Fraktur Tulang	IV - 18
Gambar IV – 7. Diagram Sequence Upload File	IV - 20
Gambar IV – 8. Diagram Sequence Klasifikasi Fraktur Tulang	IV - 21
Gambar IV – 9. Diagram Kelas.....	IV - 22
Gambar IV – 10. Interface Landing Page Sistem Klasifikasi Fraktur Tulang.....	IV - 23
Gambar IV – 11. Interface Sistem Klasifikasi Fraktur Tulang	IV - 24
Gambar V - 1. Grafik Riwayat Loss dan Accuracy tulang humerus canny threshold 100 – 150 Epoch 10	V - 14
Gambar V - 2. Grafik Riwayat Loss dan Accuracy tulang forearm canny threshold 150 – 200 Epoch 10	V - 15

Gambar V - 3. Grafik Riwayat Loss dan Accuracy tulang forearm canny threshold 150 – 200 epoch 25	V - 15
Gambar V - 4. Grafik Riwayat Loss dan Accuracy tulang forearm canny threshold 200 – 255 epoch 25	V - 16
Gambar V - 5. Diagram Perbandingan Tulang Forearm dan Humerus	V - 17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini akan menguraikan pemaparan dari dasar pembahasan mengenai proses pembuatan dari “**Klasifikasi Fraktur Tulang Pada Citra Rontgen Menggunakan Metode *Canny Edge Detection* dan *Convolutional Neural Network***”. Dalam bab ini berisi penjelasan mengenai gambaran awal dari penelitian yang akan dilakukan.

1.2 Latar Belakang Masalah

Tulang merupakan bagian tubuh yang sangat penting bagi manusia. Hal ini karena tulang adalah organ paling keras dalam jaringan tubuh yang bersifat kaku dan sulit dibengkokkan. Tulang tersusun dari dua komponen yaitu *kalsium fosfat* dan *kolagen*. Fungsi tulang adalah sebagai pembentuk rangka dan alat gerak pasif. Tulang memberikan dukungan struktural untuk seluruh tubuh, memungkinkan gerakan dan penggerak dengan menyediakan tuas untuk otot dan melindungi organ dan struktur vital (Triono, 2015). Misalnya tulang tengkorak yang berfungsi melindungi otak dari berbagai macam benturan. Oleh karena itu, fungsi tulang menjadi sangat vital apabila terjadi kerusakan pada tulang itu sendiri.

Indonesia merupakan negara terbesar di Asia Tenggara yang mengalami kejadian fraktur sebesar 1,3 juta setiap tahunnya dari jumlah penduduknya yaitu berkisar 238 juta. Kasus fraktur di Indonesia mencapai prevalensi sebesar 5,5% (Kementrian Kesehatan RI, 2018). Kasus fraktur tertinggi di Indonesia urutan pertama yaitu Provinsi Kep. Bangka Belitung sebanyak 9,1%, Provinsi Kalimantan Utara 8,1%, dan Provinsi Aceh 7,9%. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan menunjukkan bahwa patah tulang (fraktur) sebagai penyebab terbanyak keempat dari cedera di Indonesia, tercatat angka kejadian fraktur sebanyak 5,5%. Sementara itu, untuk prevalensi cedera menurut bagian tubuh, cedera pada bagian ekstremitas

bawah memiliki prevalensi tertinggi yaitu 67,9%. Banyak faktor yang mempengaruhi insiden patah tulang salah satunya adalah umur. Total insiden patah tulang pada anak dibawah 17 tahun (11,4%) paling tinggi saat dibandingkan dengan kelompok umur lainnya. Selain umur, data Riskesdas (2018) juga menunjukkan bahwa jenis kelamin dan tempat kejadian memiliki hubungan dengan insiden fraktur tulang, pada laki-laki (6.6%) lebih rentan terhadap fraktur tulang dibanding wanita (4.6%).

Citra rontgen digunakan dalam pengolahan citra untuk mendeteksi tepi karena citra rontgen menghasilkan gambaran internal tubuh yang dapat menunjukkan struktur tulang dengan jelas (Niam, 2019). Dalam dunia medis, perkembangan teknologi menjadi terobosan yang sangat penting. Namun saat ini proses identifikasi masih menggunakan cara konvensional yaitu dengan mengandalkan kemampuan visual dalam menganalisis kerusakan yang terjadi pada tulang, padahal kemampuan visual yang dimiliki manusia masih terbatas. Analisa atau diagnosa dengan cara konvensional ini menjadi tidak akurat, namun hasil yang bagus dari citra rontgen memiliki peran yang sangatlah penting dalam menganalisa dan mendiagnosa suatu penyakit yang diderita oleh seseorang.

Deteksi tepi digunakan untuk mendeteksi perubahan intensitas piksel dalam citra digital. Tepi merupakan wilayah di mana terjadi perubahan intensitas warna yang significant antara piksel-piksel tetangga (Panggalih et al., 2022). Terdapat beberapa operator pendeteksi tepi yang sering kali digunakan misalnya, operator *Sobel*, operator *Prewitt*, operator *Canny*, operator *Kirsch*, dan lain sebagainya. Operator *Canny* memberikan hasil yang lebih detail dan jelas, menggunakan filter *Gaussian Derivative Kernel* untuk mengurangi *noise*, menghasilkan tepi yang optimal dengan ketebalan 1 piksel, dan mampu mendeteksi tepi sebenarnya tanpa menghilangkan tepi sebenarnya. Berdasarkan kelebihan tersebut, operator *Canny* dinilai mampu menghasilkan nilai akurasi deteksi tepi yang lebih tinggi.

Deep Learning mampu mengidentifikasi pola-pola yang rumit dalam berbagai jenis data seperti gambar, teks, suara, dan data lainnya untuk menghasilkan

informasi dan prediksi yang sangat akurat. *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan salah satu metode dalam *Deep Learning* yang digunakan untuk mengenali dan mengklasifikasi objek dalam citra atau gambar. CNN terinspirasi oleh cara kerja visual manusia, dimana ia menggunakan lapisan-lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra (Arsal et al., 2020). Pada penelitian ini, penggunaan metode *Convolutional Neural Network* dari *Deep Learning* mampu mengklasifikasi fraktur tulang yang terjadi setelah dilakukannya metode pendeteksian tepi.

Pada penelitian sebelumnya yaitu Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode *Roberst*, *Sobel*, *Prewitt* dan *Canny*, metode *Canny* menghasilkan hasil yang lebih tajam dan tepi yang dihasilkan lebih lebih terhubung dibanding dengan metode lainnya. Selain itu, deteksi tepi menggunakan metode *Canny* menghasilkan piksel putih paling banyak (Panggalih et al., 2022). Deteksi tulang retak yang dihasilkan dari aplikasi penelitian sebelumnya menggunakan metode deteksi tepi *Prewitt* adalah 80%. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 10 gambar tulang retak dengan 8 berhasil terdeteksi dan 2 tidak dapat terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa metode deteksi tepi *Prewitt* dapat digunakan untuk mendeteksi tulang dengan tingkat akurasi sebesar 80% (Niam, 2019). Oleh karena itu, penelitian terhadap fraktur tulang citra rontgen masih memiliki ruang untuk meningkatkan akurasi.

Selain itu, terdapat banyak penelitian sebelumnya yang menggunakan *Deep Learning* untuk mengklasifikasi citra. Salah satunya ialah jurnal Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru-paru dengan *Convolutional Neural Network*. Dikatakan pada jurnal tersebut, metode CNN cukup mampu digunakan untuk mengklasifikasi pneumonia pada citra X-rays paru-paru, dengan akurasi sebesar 89,58% (Dendi Maysanjaya, 2020). Selanjutnya, Klasifikasi Citra Rontgen Covid-19 dengan menggunakan *Deep Learning*. Tingkat akurasi yang diperoleh pada tahap penelitian beserta validasi pada pelatihan, dan pengujian berturut-turut adalah 99%, 97% dan 94% (Utari et al., 2023). Berdasarkan hasil dengan tingkat akurasi tersebut, penelitian menggunakan *Deep Learning* metode *Convolutional Neural*

Network (CNN) dinilai sangat cocok untuk melakukan klasifikasi citra serta dapat memberikan kontribusi yang sangat baik untuk pengembangan keilmuan.

Berdasarkan masalah diatas, peneliti memutuskan untuk melakukan pengembangan sistem “Klasifikasi Fraktur Tulang Pada Citra Rontgen Menggunakan Metode *Canny Edge Detection* dan *Convolutional Neural Network*”. Banyak masalah yang terjadi di lapangan dalam menganalisis hasil citra rontgen, seperti kualitas citra yang kurang memadai hingga jumlah serta kemampuan tenaga medis yang masih dinilai kurang. Oleh sebab itu, pengembangan sistem tersebut diharapkan dapat membantu tenaga medis agar dapat mengoptimasi serta meningkatkan nilai akurasi dalam mendeteksi fraktur tulang.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana metode *Canny Edge Detection* dan *Convolutional Neural Network* diterapkan untuk implementasi pembangunan sistem pengklasifikasian fraktur tulang pada media citra rontgen?
2. Bagaimana model *Convolutional Neural Network* dapat mengklasifikasi fraktur dan bukan fraktur pada citra rontgen setelah pemrosesan deteksi tepi?
3. Apakah jenis tulang pada citra rontgen mempengaruhi proses pendeteksian tepi serta pengklasifikasian tulang fraktur atau normal?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *Canny Edge Detection* dan *Convolutional Neural Network* pada citra rontgen untuk mendeteksi fraktur dan bukan fraktur.
2. Mengembangkan dan menerapkan *Convolutional Neural Network* untuk mengklasifikasi fraktur tulang.

3. Mengukur nilai akurasi pendeteksian fraktur menggunakan metode *Canny Edge Detection* dan pengklasifikasian fraktur menggunakan *Convolutional Neural Network*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Meningkatkan keakuratan dalam mendeteksi fraktur sehingga dapat membantu para dokter atau radiolog dalam diagnosis dan perencanaan perawatan yang tepat.
2. Mengotomatiskan proses deteksi fraktur sehingga mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis citra rontgen.
3. Menghasilkan sistem yang dapat dikembangkan kembali dengan tingkat *accuracy* yang cukup tinggi pada tulang humerus dan forearm pada penelitian ini.

1.6 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Sistem pendeteksi menggunakan sample citra rontgen tulang Humerus dan Forearm yang berkecenderungan .JPG .JPEG atau .PNG
2. Sistem dapat menampilkan gambar hasil preprocess serta prediksi tulang mengalami fraktur atau tidak.
3. Data yang digunakan berupa dataset sekunder yang dikumpulkan dari bank dataset online dari MURA (*Musculoskeletal Radiographs*).

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan untuk penelitian ini, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi latar belakang penelitian, permasalahan yang dibahas, pembatasan masalah/ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab kajian literatur membahas teori-teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi-definisi sitem, informasi, sistem informasi, deteksi tepi, matlab, operator *canny*, dan lain sebagainya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci dengan mengacu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab pengembangan perangkat lunak akan menjelaskan mengenai rancangan mengenai implementasi pembangunan sistem pendeteksi tepi untuk fraktur tulang, hasil eksekusi sistem, serta hasil pengujian dari sistem yang telah dibangun.

BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada bab ini, hasil pengujian berdasarkan langkah-langkah

yang telah direncanakan disajikan. Analisis diberikan sebagai basis dari kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari semua uraian-uraian pada bab-bab sebelumnya dan juga berisi saran-saran yang diharapkan akan berguna dalam penggunaan sistem ini.

1.8 Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah, penelitian dalam pembangunan sistem pendeteksi tepi fraktur tulang pada citra rontgen menggunakan metode *Canny Edge Detection* dan *Convolutional Neural Network* diharapkan dapat membantu tenaga medis di Indonesia dalam menangani kasus yang berkaitan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsal, M., Agus Wardijono, B., & Anggraini, D. (2020). Face Recognition Untuk Akses Pegawai Bank Menggunakan Deep Learning Dengan Metode CNN. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 6(1), 55–63. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v6i1.2020.55-63>
- Dendi Maysanjaya, I. M. (2020). Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru-paru dengan Convolutional Neural Network (Classification of Pneumonia Based on Lung X-rays Images using Convolutional Neural Network). In *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* / (Vol. 9, Issue 2).
- Endang Anjarwani, S. (2020). *PENERAPAN METODE RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP) DALAM PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI MEDICAL CHECK UP PADA CITRA MEDICAL CENTRE (The Application of RationalUnifiedProcess (RUP) in Development of a Medical CheckUpInformation System at Citra Medical Centre)*. <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/>
- Fadlia, N., & Kosasih, R. (2019). KLASIFIKASI JENIS KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(3), 207–215. <https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i3.2397>
- Hakim, L., Rizaldi Rahmanto, H., Purnama Kristanto, S., Yusuf, D., Teknik Informatika, J., Negeri Banyuwangi, P., & Raya Jember, J. K. (2023). *KLASIFIKASI CITRA MOTIF BATIK BANYUWANGI MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (Vol. 17, Issue 1). <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/index>
- Harjoseputro, Y. (2020). A Classification Javanese Letters Model using a Convolutional Neural Network with KERAS Framework. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(10), 106–111. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111014>
- Hasan, M. A., Yanti, D., Politeknik, L., & Jakarta, N. (2020). Pengenalan Motif Songket Palembang Menggunakan Deteksi Tepi Canny, PCA dan KNN. In *Pengenalan Motif Songket Palembang Menggunakan Deteksi Tepi Canny* (Vol. 6, Issue 1).
- Kiranyaz, S., Avci, O., Abdeljaber, O., Ince, T., Gabbouj, M., & Inman, D. J. (2021). 1D convolutional neural networks and applications: A survey. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.107398>
- Letelay, K. (2019). PERBANDINGAN KINERJA METODE DETEKSI TEPI PADA CITRA. *J-ICON*, 7(1), 1–8.
- Marcella, D., & Devella, S. (2022). *Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur VGG-19*. 3(1), 60–70.
- Niam, B. (2019). DETEKSI TULANG RETAK DENGAN METODE DETEKSI TEPI P R E W I T T. *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 8(2).

- Panggalih, K., Kurniawan, W., & Gata, W. (2022). Implementasi Perbandingan Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Roberst, Sobel, Prewitt dan Canny. *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 5(2), 337–347. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i2.5923>
- Prayoga, A., Maimunah, Sukmasetya, P., Muhammad Resa Arif Yudianto, & Rofi Abul Hasani. (2023). Arsitektur Convolutional Neural Network untuk Model Klasifikasi Citra Batik Yogyakarta. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 4(2), 82–89. <https://doi.org/10.52158/jacost.v4i2.486>
- Rajpurkar, P., Irvin, J., Bagul, A., Ding, D., Duan, T., Mehta, H., Yang, B., Zhu, K., Laird, D., Ball, R. L., Langlotz, C., Shpanskaya, K., Lungren, M. P., & Ng, A. Y. (2017). *MURA: Large Dataset for Abnormality Detection in Musculoskeletal Radiographs*. <http://arxiv.org/abs/1712.06957>
- Riska, R., Kedokteran, F., Muhammadiyah Surakarta, U., Bedah, B. I., & Karanganyar, R. (n.d.). *Prociding Call For Paper Thalamus Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah CLOSED FRAKTUR TIBIA FIBULA DEXTRA 1/3 MEDIAL DISPLACED*.
- Romadhona, N., Ahmad Djojogugito, M., & Rukanta, D. (2019). *Hubungan Jenis Kecelakaan dengan Tipe Fraktur pada Fraktur Tulang Panjang Ekstremitas Bawah*. <http://ejournal.unisba.ac.id/index.php/jiks>
- Simatupang, R., & Sari, R. N. (2022). Rancangan Aplikasi Deteksi Tepi Citra Menggunakan Metode Robinson Dan Canny Edge Detection image Edge Detection Application Design Using Robinson and Canny Edge Detection Method. *Oktober*, 10(2), 173–182. <https://doi.org/10.22303/it.10.2.2022.173-182>
- Sloane, E. (2003). *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*.
- Teguh, P., Putra, K., Kadek, N., & Wirdiani, A. (2014). Pengolahan Citra Digital Deteksi Tepi Untuk Membandingkan Metode Sobel, Robert dan Canny. *AGUSTUS*, 2(2).
- Triono, P. (2015). *APLIKASI PENGOLAHAN CITRA UNTUK MENDETEKSI FRAKTUR TULANG DENGAN METODE DETEKSI TEPI CANNY* (Vol. 9, Issue 2).
- Urban, C. J., & Gates, K. M. (n.d.). *Deep Learning: A Primer for Psychologists* *. www.openfmri.org
- Utari, E. L., Kristiyanto, P., & Munir, A. Q. (2023). Klasifikasi Citra Rontgen Covid-19 dengan menggunakan Deep Learning. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JustIN)*, 11(3), 432. <https://doi.org/10.26418/justin.v11i3.61111>
- Yehuda, G., Fauzi, H., & Alia, fenty. (2022). *Pengolahan Citra Rontgen Untuk Mengukur Tingkat Kepadatan Tulang Dengan Statistik Orde 1 Roengent Image Processing For Bone Density Measurement Using First Order Statistics Method*.