

# Implementasi DETR pada Website Streamlit untuk Deteksi Fraktur Tulang pada Citra X-Ray

Rahma Allysa Abelya<sup>1</sup>, Faisal Muttaqin<sup>2\*</sup>, Yisti Vita Via<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

<sup>2</sup>Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

<sup>3</sup>Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jawa Timur

Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jawa Timur

Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jawa Timur

<sup>1</sup> [22081010004@student.upnjatim.ac.id](mailto:22081010004@student.upnjatim.ac.id)

<sup>2\*</sup> [faisalmuttaqin.if@upnjatim.ac.id](mailto:faisalmuttaqin.if@upnjatim.ac.id)

<sup>3</sup> [yistivia.if@upnjatim.ac.id](mailto:yistivia.if@upnjatim.ac.id)

**Abstrak**— Interpretasi citra X-Ray untuk mengidentifikasi lokasi fraktur tulang masih bergantung pada pengalaman dan keahlian tenaga medis sehingga berpotensi mengalami kesalahan, terutama pada area fraktur yang sulit diidentifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mengintegrasikan model *Detection Transformer* (DETR) dengan *backbone* ResNet-50 ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit untuk memproses citra X-Ray dan menyajikan keluaran prediksi lokasi fraktur. Fokus penelitian diarahkan pada implementasi model dan integrasinya ke dalam sistem web interaktif serta pengujian fungsional aplikasi. Sebanyak 1.434 citra X-Ray dari dataset FracAtlas yang diperoleh melalui platform Kaggle digunakan dalam penelitian ini, meliputi 717 citra dengan anotasi fraktur dan 717 citra tanpa anotasi fraktur. Model DETR dilatih menggunakan pembagian data latih, validasi, dan uji dengan rasio 70:15:15, kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit. Tahapan sistem meliputi unggah citra, pra-pemrosesan menggunakan *DetrImageProcessor*, inferensi model DETR, *post-processing* hasil prediksi, serta visualisasi keluaran prediksi dalam bentuk *bounding box* dan *confidence score*. Pengujian fungsional menggunakan metode *black-box* dilakukan untuk memastikan kesesuaian fungsi aplikasi dan integrasi model dengan rancangan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur utama aplikasi dapat berjalan sesuai dengan rancangan dan model DETR berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit sehingga proses inferensi serta visualisasi keluaran prediksi dapat dilakukan melalui antarmuka web secara interaktif. Evaluasi kuantitatif terhadap kinerja model menggunakan metrik *object detection* berada di luar fokus pengujian pada penelitian ini.

Kata kunci - *Detection Transformer*, deteksi fraktur, citra X-Ray, Streamlit, *object detection*.

**Abstract**— The interpretation of X-Ray images for identifying bone fracture locations still relies on the experience and expertise of medical professionals, which may lead to errors, particularly in fracture areas that are difficult to identify. This study aims to implement and integrate a *Detection Transformer* (DETR) model with a ResNet-50 backbone into a Streamlit-based web application to process X-Ray images and present predictions of fracture locations. The study focuses on model implementation, integration into an interactive web-based system, and functional testing of the application. A total of 1,434 X-Ray images from the FracAtlas dataset obtained through the Kaggle platform were used in this study, including 717 images with fracture annotations and 717 images without fracture annotations. The DETR model was trained using training, validation, and test data with a ratio of 70:15:15 and subsequently integrated into a Streamlit-based web application. The system stages include image uploading, preprocessing using *DetrImageProcessor*, DETR model inference, prediction post-processing, and visualization of prediction outputs in the form of *bounding boxes* and *confidence scores*. Functional testing using the *black-box* method was conducted to ensure that the application functions and model integration conformed to the system design. The test results showed that all major application features functioned according to the design and that the DETR model was successfully integrated into the Streamlit-based web application, enabling model inference and prediction output visualization through an interactive web interface. Quantitative evaluation of model performance using *object detection* metrics was beyond the scope of the testing conducted in this study.

Keywords— *Detection Transformer*, fracture detection, X-Ray images, Streamlit, *object detection*.

## I. PENDAHULUAN

Fraktur tulang merupakan kondisi medis yang ditandai dengan terjadinya keretakan atau terputusnya kontinuitas struktur tulang akibat trauma, kecelakaan, maupun tekanan berlebih pada tulang [1], [2]. Pemeriksaan radiografi menggunakan citra X-Ray menjadi metode yang paling umum digunakan dalam proses diagnosis

karena mampu menampilkan struktur tulang secara cepat dan relatif mudah diakses [3]. Meskipun demikian, proses interpretasi citra X-Ray masih bergantung pada pengalaman dan keahlian tenaga medis sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan diagnosis, terutama pada kasus fraktur dengan ukuran kecil, lokasi yang

kompleks, atau kualitas citra yang kurang baik [1], [4].

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) khususnya pada bidang *computer vision* telah memberikan peluang untuk membantu proses analisis citra medis secara otomatis [5]. Salah satu penerapannya adalah *object detection* yang memungkinkan sistem mengidentifikasi keberadaan objek sekaligus menentukan lokasi objek tersebut pada citra [6]. Berbagai metode *object detection* telah dikembangkan untuk mendukung analisis citra medis, termasuk dalam mendeteksi area fraktur pada citra radiografi. Salah satu pendekatan *object detection* yang berkembang adalah *Detection Transformer* (DETR), yaitu model yang menggabungkan *convolutional neural network* (CNN) dan arsitektur transformer dalam satu proses deteksi end-to-end [7]. Kemampuan tersebut menjadikan DETR berpotensi untuk diterapkan pada tugas deteksi fraktur tulang pada citra X-Ray.

Selain pengembangan model deteksi, aspek aksesibilitas sistem juga menjadi faktor penting dalam pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan [1]. Implementasi model dalam bentuk sistem web memungkinkan pengguna mengakses sistem tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak khusus. Salah satu *framework* yang banyak digunakan untuk pengembangan sistem berbasis *machine learning* adalah Streamlit karena menyediakan antarmuka yang sederhana, interaktif, dan mudah diintegrasikan dengan model *deep learning* [8], [9]. Selain itu, Streamlit mendukung berbagai komponen antarmuka seperti unggah berkas, pengaturan parameter, dan visualisasi hasil prediksi sehingga memudahkan proses *deployment* model kecerdasan buatan ke dalam sistem web [9]. Kemudahan tersebut menjadikan Streamlit sebagai salah satu *framework* yang sesuai untuk mengimplementasikan sistem deteksi fraktur tulang berbasis kecerdasan buatan.

Penelitian terdahulu telah menerapkan berbagai pendekatan *deep learning* dalam analisis fraktur tulang pada citra X-Ray, seperti *convolutional neural network* dan *transfer learning* [1], [4]. Namun, penerapan model

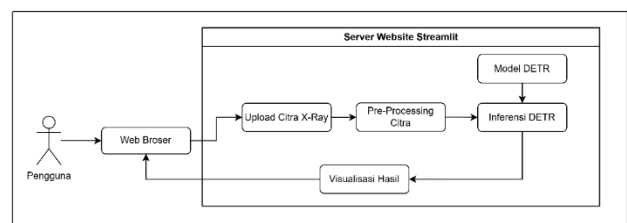
*Detection Transformer* yang diintegrasikan ke dalam aplikasi web interaktif untuk melakukan inferensi dan menyajikan visualisasi lokasi fraktur masih menjadi ruang pengembangan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model DETR dengan *backbone* ResNet-50 pada dataset FracAtlas serta mengintegrasikan model hasil pelatihan ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit. Kontribusi penelitian ini terletak pada implementasi DETR untuk memproses citra fraktur dan non-fraktur pada dataset FracAtlas serta integrasi model ke dalam sistem web interaktif yang mampu menjalankan proses inferensi dan menyajikan keluaran prediksi dalam bentuk *bounding box* dan *confidence score*.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, penggunaan dataset FracAtlas, pra-pemrosesan citra, penerapan model DETR, integrasi model ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit, serta pengujian fungsional sistem. Metodologi penelitian difokuskan pada proses implementasi model DETR dalam sistem web untuk menjalankan inferensi terhadap citra X-Ray dan menyajikan keluaran prediksi lokasi fraktur melalui antarmuka yang interaktif.

### 2.1 Desain Sistem

Sistem yang dikembangkan berupa web berbasis Streamlit yang terintegrasi dengan model DETR untuk mendeteksi fraktur tulang pada citra X-Ray. Sistem dirancang agar pengguna dapat melakukan deteksi secara langsung melalui web browser tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan.



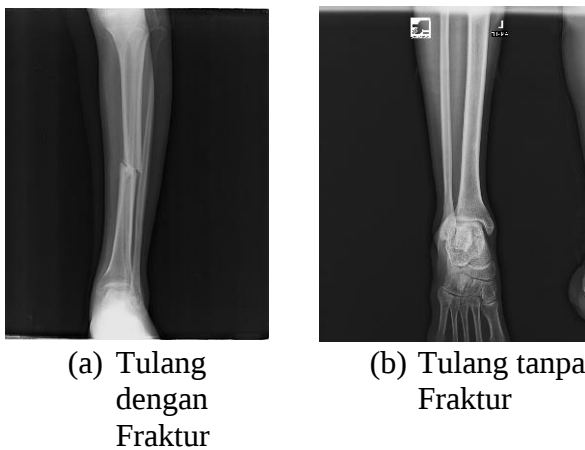
Gambar 1. Desain Sistem Deteksi Fraktur Tulang Berbasis DETR Menggunakan Streamlit

Berdasarkan Gambar 1, proses deteksi dimulai ketika pengguna mengunggah citra X-Ray melalui antarmuka web. Citra yang diunggah kemudian

melalui tahap pra-pemrosesan sebelum diproses oleh model DETR yang telah dilatih sebelumnya. Selanjutnya, model melakukan inferensi untuk mendeteksi lokasi fraktur dan menghasilkan prediksi berupa bounding box beserta nilai *confidence score*. Hasil prediksi kemudian divisualisasikan pada citra X-Ray dan ditampilkan kembali kepada pengguna melalui web Streamlit. Dengan demikian, sistem dapat membantu proses identifikasi lokasi fraktur secara otomatis melalui antarmuka web yang mudah diakses.

## 2.2 Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah FracAtlas [10], yaitu dataset citra X-Ray yang digunakan untuk mendukung penelitian deteksi fraktur tulang. Dataset FracAtlas yang digunakan pada penelitian ini diperoleh melalui platform Kaggle. Sebanyak 1.434 citra X-Ray dari dataset FracAtlas digunakan dalam penelitian ini, terdiri atas 717 citra yang memiliki anotasi fraktur (*bounding box*) dan 717 citra tanpa anotasi fraktur (non-fraktur). Selanjutnya, dataset dibagi menjadi data latih, data validasi, dan data uji dengan rasio 70:15:15. Data latih dan data validasi digunakan dalam proses pelatihan model DETR, sedangkan model hasil pelatihan selanjutnya digunakan pada proses inferensi dalam sistem web berbasis Streamlit.

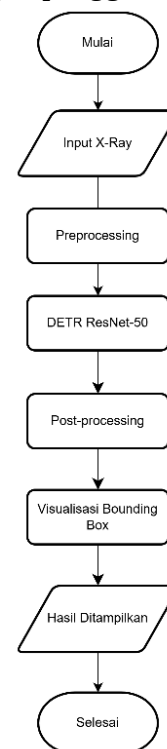


Gambar 2. Contoh Citra pada Dataset FracAtlas

Contoh citra pada dataset FracAtlas ditunjukkan pada Gambar 2, yang terdiri atas citra dengan fraktur dan citra tanpa fraktur.

## 2.3 Model DETR

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah Detection Transformer (DETR) dengan backbone ResNet-50 yang telah dilatih untuk mendeteksi lokasi fraktur pada citra X-Ray [7]. Dataset FracAtlas dibagi menjadi data latih, data validasi, dan data uji dengan rasio 70:15:15, sedangkan proses pelatihan dilakukan selama 300 epoch. Model hasil pelatihan kemudian diintegrasikan ke dalam sistem web berbasis Streamlit untuk melakukan inferensi terhadap citra yang diunggah pengguna.



Gambar 3. Alur Proses Deteksi Menggunakan Model DETR

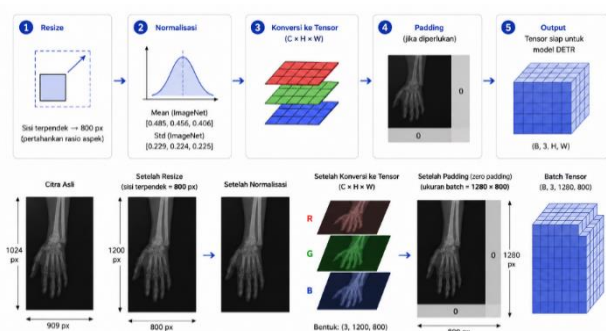
### 2.3.1 Input Citra X-Ray

Tahap pertama dimulai ketika pengguna mengunggah citra X-Ray melalui antarmuka web berbasis Streamlit. Sistem menerima citra dalam format gambar seperti JPG, JPEG, atau PNG sebagai masukan untuk proses deteksi fraktur. Setelah citra berhasil diunggah, sistem akan meneruskan citra tersebut ke tahap pre-processing sebelum dilakukan inferensi oleh model DETR.

### 2.3.2 Pre-Processing Data

Pada tahap ini, citra dipersiapkan agar sesuai dengan format masukan yang dibutuhkan oleh model DETR. Proses diawali dengan

penyesuaian ukuran citra (*resize*) menggunakan *DetrImageProcessor*, yaitu mengubah sisi terpendek citra menjadi 800 piksel dengan mempertahankan rasio aspek sehingga proporsi citra tidak berubah. Selanjutnya, dilakukan normalisasi menggunakan nilai *mean* [0.485, 0.456, 0.406] dan *standard deviation* [0.229, 0.224, 0.225] dari ImageNet untuk menyelaraskan distribusi nilai piksel dengan model ResNet-50 yang telah dilatih sebelumnya. Setelah itu, citra dikonversi menjadi tensor PyTorch dengan format (*Channel × Height × Width*) agar dapat diproses oleh model.



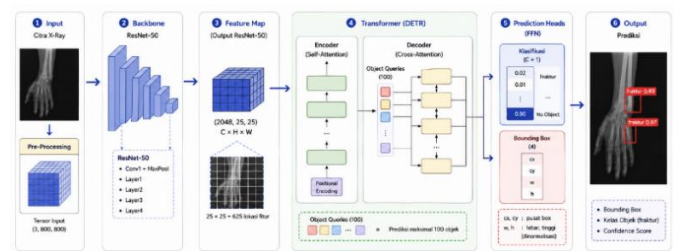
Gambar 4. Tahapan Pre-Processing Citra Menggunakan *DetrImageProcessor*

Berdasarkan Gambar 4, proses *pre-processing* diawali dengan citra X-Ray asli berukuran  $1024 \times 909$  piksel yang kemudian di-*resize* sehingga sisi terpendek menjadi 800 piksel dengan ukuran akhir  $1200 \times 800$  piksel. Setelah proses *resize*, citra dinormalisasi menggunakan parameter ImageNet tanpa mengubah dimensi citra. Selanjutnya, citra dikonversi menjadi tensor PyTorch dengan format (3, 1200, 800), di mana angka 3 menunjukkan jumlah kanal warna (RGB). Apabila dalam satu *batch* terdapat citra dengan ukuran yang berbeda, sistem menerapkan zero padding sehingga seluruh citra memiliki dimensi yang seragam, misalnya menjadi (3, 1280, 800). Hasil akhir dari tahap ini berupa batch tensor dengan format (B, 3, 1280, 800) yang siap digunakan sebagai masukan pada proses inferensi model DETR.

### 2.3.3 Inferensi Menggunakan DETR ResNet-50

Setelah proses *pre-processing* selesai, citra X-Ray dimasukkan ke dalam model DETR dengan backbone ResNet-50. Pada tahap awal,

ResNet-50 mengekstraksi informasi penting dari citra, seperti pola, tekstur, dan bentuk tulang, kemudian mengubahnya menjadi representasi fitur (*feature map*) yang lebih mudah dipahami oleh model. Representasi fitur ini selanjutnya diteruskan ke arsitektur transformer untuk dianalisis lebih lanjut. Transformer mempelajari hubungan antarfitur pada seluruh bagian citra sehingga dapat mengenali area yang memiliki karakteristik fraktur.



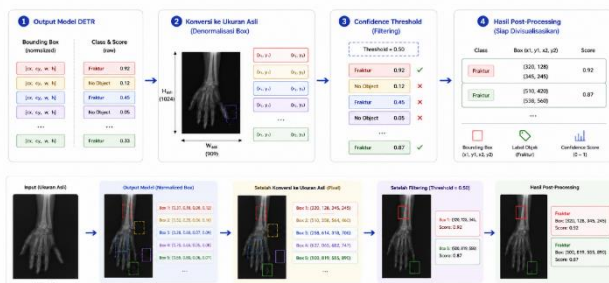
Gambar 5. Proses Inferensi Menggunakan Model DETR ResNet-50

Berdasarkan Gambar 5, proses inferensi diawali dengan tensor citra berukuran (3, 800, 800) hasil *pre-processing* yang menjadi masukan bagi backbone ResNet-50. Backbone ini melakukan ekstraksi fitur melalui beberapa lapisan konvolusi sehingga menghasilkan *feature map* berukuran (2048, 25, 25). Selanjutnya, *feature map* diteruskan ke arsitektur Transformer yang terdiri atas encoder dan decoder. Pada tahap *decoder*, model memanfaatkan 100 object queries untuk menghasilkan prediksi terhadap objek yang terdapat pada citra. Hasil keluaran *decoder* kemudian diproses oleh Prediction Heads (*Feed Forward Network/FFN*) yang menghasilkan dua keluaran utama, yaitu prediksi kelas objek (*classification*) dan koordinat bounding box. Berdasarkan hasil pemrosesan tersebut, model menghasilkan prediksi berupa kelas objek, koordinat *bounding box*, dan *confidence score* yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap setiap keluaran prediksi.

### 2.3.4 Post-Processing Citra

Prediksi yang dihasilkan oleh model DETR selanjutnya diproses pada tahap *post-processing*. Pada tahap ini, koordinat bounding box yang masih berada dalam format keluaran model terlebih dahulu dikonversi agar sesuai dengan ukuran asli citra X-Ray. Selanjutnya, sistem

menerapkan *confidence threshold* untuk menyaring hasil prediksi sehingga hanya objek dengan tingkat keyakinan di atas nilai ambang yang dipertahankan.



Gambar 6. Tahapan Post-Processing Hasil Prediksi Model DETR

Berdasarkan Gambar 6, keluaran model DETR terdiri atas koordinat *bounding box* dalam format ter-normalisasi ( $cx$ ,  $cy$ ,  $w$ ,  $h$ ) beserta hasil klasifikasi dan *confidence score* untuk setiap prediksi. Koordinat *bounding box* tersebut kemudian dikonversi ke koordinat piksel ( $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$ ,  $y_2$ ) agar sesuai dengan ukuran asli citra X-Ray. Selanjutnya, sistem menerapkan *confidence threshold* sebesar 0,50 untuk menyaring hasil prediksi sehingga hanya objek dengan nilai *confidence* di atas ambang yang dipertahankan. Proses ini menghasilkan koordinat *bounding box*, label objek, dan *confidence score* yang siap digunakan pada tahap visualisasi hasil deteksi.

### 2.3.5 Visualisasi Bounding Box

Hasil prediksi yang telah melalui tahap *post-processing* kemudian divisualisasikan pada citra X-Ray dalam bentuk *bounding box*. Setiap *bounding box* menunjukkan area yang diprediksi sebagai lokasi fraktur oleh model, disertai label kelas dan *confidence score* sebagai informasi tingkat keyakinan model terhadap hasil prediksi. Selanjutnya, citra yang telah diberi anotasi ditampilkan melalui antarmuka web berbasis Streamlit sehingga pengguna dapat melihat secara langsung area fraktur yang teridentifikasi.



Gambar 7. Proses Visualisasi Bounding Box pada Citra X-Ray

Berdasarkan Gambar 7, hasil *post-processing* yang terdiri atas koordinat *bounding box*, label objek, dan *confidence score* digunakan untuk membuat anotasi pada citra X-Ray. Sistem menggambar *bounding box* pada area yang diprediksi sebagai fraktur oleh model, kemudian menambahkan label kelas Fraktur beserta nilai *confidence score* pada setiap hasil prediksi. Selanjutnya, citra hasil anotasi ditampilkan melalui antarmuka web berbasis Streamlit sehingga pengguna dapat melihat secara langsung area yang diprediksi sebagai fraktur oleh model.

### 2.3.6 Hasil Deteksi

Tahap terakhir merupakan penyajian hasil deteksi melalui antarmuka web berbasis Streamlit. Sistem menampilkan citra X-Ray yang telah diberi anotasi berdasarkan keluaran prediksi model secara interaktif, sehingga pengguna dapat melihat area yang diprediksi sebagai fraktur melalui antarmuka web. Selain menampilkan hasil visualisasi, sistem juga menyediakan informasi pendukung berupa *confidence score* untuk setiap hasil prediksi yang ditampilkan. Antarmuka web dirancang sederhana dan mudah digunakan, sehingga pengguna dapat menjalankan proses inferensi model hanya dengan mengunggah citra X-Ray tanpa memerlukan pemahaman teknis mengenai implementasi model DETR.

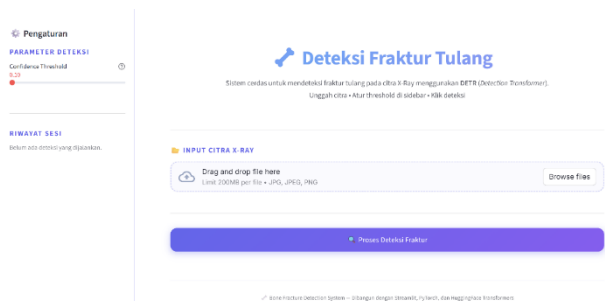
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi model DETR pada sistem web berbasis Streamlit, hasil pengujian fungsional sistem, serta contoh hasil deteksi fraktur pada citra X-Ray. Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan seluruh

fitur aplikasi berjalan sesuai dengan rancangan, sedangkan hasil deteksi disajikan untuk menunjukkan keluaran prediksi model dalam bentuk bounding box dan confidence score.

3.1 Implementasi Sistem Deteksi Fraktur Berbasis Streamlit

Model DETR yang telah dilatih sebelumnya diintegrasikan ke dalam sistem web menggunakan *framework* Streamlit. Implementasi ini memungkinkan pengguna menjalankan proses inferensi model melalui *web browser* dengan mengunggah citra X-Ray, mengatur nilai *confidence threshold*, kemudian memperoleh keluaran prediksi model secara otomatis.



Gambar 8. Implementasi Sistem Deteksi Fraktur Tulang Berbasis Streamlit

Gambar 8 menunjukkan tampilan antarmuka sistem yang terdiri atas fitur unggah citra X-Ray, pengaturan confidence threshold, serta tombol untuk menjalankan proses deteksi. Setelah proses inferensi selesai, sistem menampilkan keluaran prediksi pada citra X-Ray dalam bentuk *bounding box* yang menunjukkan area yang diprediksi sebagai fraktur beserta *confidence score* sebagai tingkat keyakinan model terhadap hasil prediksi. Seluruh proses inferensi dilakukan melalui antarmuka web sehingga pengguna dapat memperoleh dan melihat keluaran prediksi model secara interaktif tanpa perlu menjalankan model secara manual.

3.2 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional sistem dilakukan menggunakan metode *black-box* untuk memastikan bahwa seluruh fitur pada aplikasi web berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian difokuskan pada fungsi unggah citra X-Ray, pratinjau citra, proses inferensi model, visualisasi

*bounding box* dan *confidence score*, serta unduh hasil deteksi. Pengujian ini berfokus pada kesesuaian fungsi aplikasi dan integrasi model DETR dalam sistem web, serta tidak digunakan untuk mengukur kinerja model secara kuantitatif. Hasil pengujian fungsional sistem disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

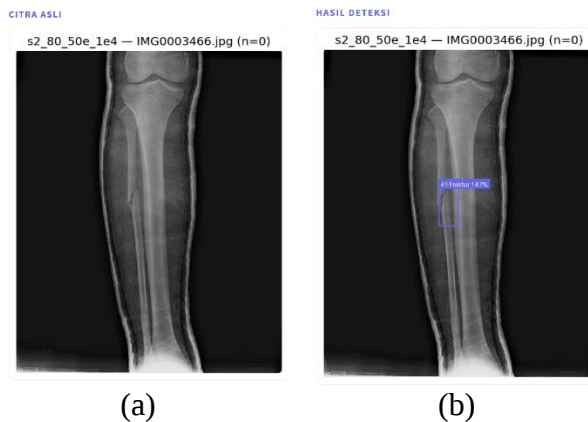
| No | Fitur yang Diuji         | Hasil yang Diharapkan                   | Status |
|----|--------------------------|-----------------------------------------|--------|
| 1  | Upload citra X-Ray       | Citra berhasil diunggah                 | Sesuai |
| 2  | Preview citra            | Citra tampil pada sistem                | Sesuai |
| 3  | Inferensi model DETR     | menjalankan proses inferensi model DETR | Sesuai |
| 4  | Visualisasi bounding box | Bounding box tampil pada citra          | Sesuai |
| 5  | Confidence score         | Nilai confidence score tampil           | Sesuai |
| 6  | Unduh hasil deteksi      | Hasil dapat diunduh                     | Sesuai |

Berdasarkan Tabel 1, seluruh fitur utama pada sistem berhasil dijalankan sesuai dengan fungsi yang dirancang selama proses pengujian. Sistem dapat menerima citra X-Ray sebagai masukan, menjalankan proses inferensi menggunakan model DETR, menampilkan keluaran prediksi dalam bentuk *bounding box* dan *confidence score*, serta mengunduh citra hasil pemrosesan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model DETR telah berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit dan seluruh fungsi utama sistem dapat dijalankan sesuai dengan rancangan.

3.3 Hasil Deteksi Fraktur pada Citra X-Ray

Hasil keluaran prediksi model DETR divisualisasikan melalui aplikasi web berbasis Streamlit untuk menunjukkan area pada citra X-Ray yang diprediksi sebagai fraktur. Visualisasi hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk *bounding*

*box* dan *confidence score*. Contoh citra sebelum dan setelah diproses oleh model DETR disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Deteksi Fraktur pada Citra X-Ray

Gambar 9 menunjukkan contoh keluaran prediksi model DETR pada citra X-Ray yang diproses melalui sistem web. Gambar 9(a) merupakan citra X-Ray asli yang diunggah oleh pengguna sebelum proses inferensi, sedangkan Gambar 9(b) merupakan citra hasil pemrosesan model DETR. Pada keluaran tersebut, area yang diprediksi sebagai fraktur divisualisasikan menggunakan *bounding box* dan dilengkapi dengan *confidence score* yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil prediksi. Hasil ini menunjukkan bahwa keluaran prediksi model DETR dapat diproses dan divisualisasikan melalui aplikasi web berbasis Streamlit dalam bentuk yang mudah dilihat oleh pengguna.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan model *Detection Transformer* (DETR) dengan *backbone* ResNet-50 ke dalam sistem web berbasis Streamlit untuk memproses citra X-Ray dan menghasilkan prediksi lokasi fraktur. Sistem yang dikembangkan mampu menjalankan proses unggah citra, *pre-processing*, inferensi model, serta menampilkan keluaran prediksi dalam bentuk *bounding box* dan *confidence score* melalui antarmuka web. Berdasarkan hasil pengujian fungsional, seluruh fitur utama sistem dapat berjalan sesuai dengan rancangan dan model DETR berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit sehingga proses

inferensi dan visualisasi keluaran prediksi dapat dilakukan melalui *web browser*.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian yang dilakukan berfokus pada aspek fungsional sistem dan integrasi model, sehingga kinerja model DETR secara kuantitatif menggunakan metrik evaluasi *object detection* belum dibahas secara mendalam. Selain itu, keluaran prediksi model dapat dipengaruhi oleh kualitas citra X-Ray serta karakteristik dan variasi data pelatihan. Sistem yang dikembangkan juga masih terbatas pada pemrosesan citra X-Ray statis. Pada penelitian selanjutnya, evaluasi kinerja model dapat dilakukan menggunakan metrik *object detection* yang sesuai, disertai pengembangan dataset yang lebih beragam dan peningkatan model deteksi untuk mendukung hasil prediksi yang lebih optimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Faisal Muttaqin, S.Kom., M.T. dan Ibu Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

#### REFERENSI

- [1] T. et al. Aldhyani, "Diagnosis and detection of bone fracture in radiographic images using deep learning approaches," *Front. Med. (Lausanne)*, vol. 11, 2024, doi: 10.3389/fmed.2024.1506686.
- [2] S. S. et al. Jadhav, "Bone fracture detection using image processing techniques," *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, vol. 43, no. 3, pp. 748–759, Jun. 2025, doi: 10.14744/sigma.2025.00069.
- [3] R. Zhang and Z. Liu, "Comparative Analysis of Object Detection Frameworks for Fracture Detection in X-Ray Image," *AI Medicine*, vol. 2, no. 2, Sep. 2025, doi: 10.53941/aim.2025.100005.
- [4] S. S. F. Ruhi, F. Nahar, and A. F. Ashrafi, "A novel approach towards the classification of Bone Fracture from Musculoskeletal Radiography images using Attention Based Transfer Learning," vol. 1, Oct. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2410.14833>
- [5] D. Gunawan and H. Setiawan, "Convolutional Neural Network dalam Citra Medis," *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, May 2022, doi: 10.24002/konstelasi.v2i2.5367.
- [6] Z. et. al. Zou, "Object Detection in 20 Years," Jan. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1905.05055>
- [7] N. Carion, F. Massa, G. Synnaeve, N. Usunier, A. Kirillov, and S. Zagoruyko, "End-to-End Object Detection with

- Transformers,” May 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2005.12872>
- [8] M. dkk. Ikmal Tawakal, “Aplikasi Monitor dan Prediksi Tingkat Polusi Udara Berbasis Web dengan Streamlit,” *Edisi Januari-Februari*, vol. 7, no. 1, pp. 160–168, 2026.
- [9] R. et al Buga, “Streamlit Application and Deep Learning Model for Brain Metastasis Monitoring After Gamma Knife Treatment,” *Biomedicines*, vol. 13, no. 2, Feb. 2025, doi: 10.3390/biomedicines13020423.
- [10] A. dkk. Hassan, “Fracture Detection In X-rays Using Custom Convolutional Neural Network (CNN) And Transfer Learning Models,” Sep. 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2509.06228>