

**IMPLEMENTASI RESNET DAN FASTER R-CNN UNTUK
TRANSFORMASI NOTASI BALOK KE ANGKA NADA
BERBASIS WEB FLASK**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD SABILI NURILHAQ

20081010101

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

JAWA TIMUR

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : IMPLEMENTASI RESNET DAN FASTER R-CNN UNTUK TRANSFORMASI NOTASI BALOK KE ANGKA NADA BERBASIS WEB FLASK

Oleh : Muhammad Sabili Nurilhaq

NPM : 20081010101

**Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Kamis, Tanggal 4 Juli 2024**

Mengetahui

1. **Dosen Pembimbing**



Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom.
NIP. 19880525 2018031 001

1. **Dosen Penguji**



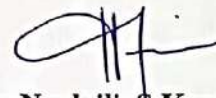
Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.
NPT. 3 7811 04 0199 1

2.



Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19930725 202203 1008

2.



Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.
NIP. 1993121 3202203 2010

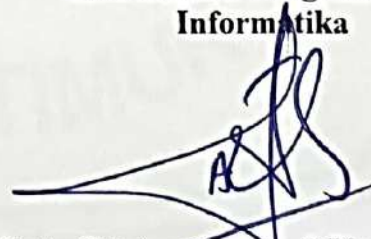
Menyetujui

**Dekan
Fakultas Ilmu Komputer**



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

**Koordinator Program Studi
Informatika**



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom
NIP. 19820211 2021212 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI

Saya, mahasiswa Program Studi Sarjana Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sabili Nurilhaq

NPM : 20081010101

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir yang saya kerjakan berjudul:

“IMPLEMENTASI RESNET DAN FASTER R-CNN UNTUK
TRANSFORMASI NOTASI BALOK KE ANGKA NADA BERBASIS WEB
FLASK”

bukan merupakan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari Skripsi/Tugas Akhir/Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini secara keseluruhan adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur maupun di Institut Pendidikan lain. Bukti hasil pengecekan plagiasi dokumen ini dapat ditelusuri melalui QR Code di bawah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dokumen ini merupakan plagiasi karya orang lain, saya sanggup menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 12 Juli 2023

Hormat saya,



Muhammad Sabili Nurilhaq

NPM. 20081010101

IMPLEMENTASI RESNET DAN FASTER R-CNN UNTUK TRANSFORMASI NOTASI BALOK KE ANGKA NADA BERBASIS WEB FLASK

Nama Mahasiswa : Muhammad Sabili Nurilhaq
NPM : 20081010101
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom.
Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom.

Abstrak

Notasi balok merupakan standarisasi penggambaran sebuah lagu secara tertulis. Namun, dalam dunia pengolahan musik yang sudah modern seringkali menggunakan sistem pengolahan yang berbasis komputer. Dengan begitu, representasi data dalam bentuk numerik menjadi penting mengingat komputer hanya dapat memproses data dalam bentuk numerik. Maka dari itu, pengembangan teknologi dalam bidang *machine learning* untuk mentransformasi notasi balok ke dalam bentuk notasi angka (angka nada) sangat penting. Adapun metode yang digunakan dalam mendeteksi objek notasi balok tersebut adalah *Residual Network* (ResNet) dan *Faster Region-Based Convolutional Neural Network* (Faster R-CNN). ResNet berperan sebagai lapisan yang mengekstraksi fitur gambar partitur lagu. Sedangkan, Faster R-CNN berperan sebagai lapisan pendeteksian objek notasi balok dan mengklasifikasikan notasi balok ke dalam 19 kelas angka nada. *Graphical User Interface* (GUI) yang menghubungkan antara metode dan pengguna yaitu sebuah website yang dibuat menggunakan *micro-framework* Flask. Sedangkan, nilai *mean average precision* (mAP) yang didapatkan dari kombinasi Faster R-CNN dan ResNet menggunakan skala bounding-box 4, 8, 16, dan 32 yaitu sebesar 78%. Hasil tersebut didapatkan karena metode memiliki kelemahan yaitu dalam mendeteksi notasi balok yang terdapat pada gambar berorientasi portrait.

Kata kunci : ResNet, Faster R-CNN, Notasi Balok, Musik

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis memanjatkan puji ke hadirat Allah SWT atas segala berkat, karunia, dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini yang berjudul “Implementasi ResNet dan Faster R-CNN untuk Transformasi Notasi Balok ke Angka Nada Berbasis Web Flask”. Tugas Akhir/Skripsi ini disusun sebagai syarat penyelesaian program pendidikan sarjana Strata Satu (S1) di Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir/Skripsi, banyak motivasi, arahan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya terhadap semua pihak yang telah membantu dan mendukung. Pihak-pihak yang tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Ibu Noor Malichah dan Bapak Muhammad Nur Hafid yang telah menjadi orang tua yang selalu sabar, memotivasi, mendukung, menyemangati, serta memberi doa yang tidak pernah putus kepada putra-putrinya, sehingga atas izin Allah SWT dan dukungan tersebut putra mereka berhasil menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
4. Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang membangun kepada penulis, sehingga penyusunan Tugas Akhir/Skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Agung Mustika Rizki, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang membangun kepada penulis, sehingga penyusunan Tugas Akhir/Skripsi dapat terselesaikan dengan baik.

6. Bapak Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom., selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun kepada penulis, sehingga penyusunan Tugas Akhir/Skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
7. Ibu Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom., selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun kepada penulis, sehingga penyusunan Tugas Akhir/Skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen yang telah berbagi pengetahuan dan pengalaman berharga kepada penulis selama menjalani pendidikan sarjana S1 di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
9. Saudara-saudari penulis beserta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta motivasi tanpa henti kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dari Program Studi Informatika angkatan 2020 yang selalu memberikan dorongan dan inspirasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini dengan segera.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini belum mencapai kesempurnaan dan masih memiliki berbagai kekurangan. Dengan rendah hati, penulis mengundang saran dan kritik yang konstruktif dari para pembaca untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap bahwa penelitian ini dapat berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat bagi para pembaca serta menjadi referensi yang berguna bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya, 12 Juli 2024

Muhammad Sabili Nurilhaq

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Notasi Musik.....	6
2.3. Faster R-CNN.....	7
2.4. Region Proposal Network (RPN).....	8
2.4.1. RPN Loss Function.....	9
2.5. Region of Interest.....	10
2.6. Residual Network (ResNet).....	11
2.7. Convolutional Neural Network (CNN).....	12
2.7.1. Convolutional Layer.....	13
2.7.2. Pooling Layer.....	14
2.7.3. Fully-Connected Layer.....	14
2.8. Flask.....	15
2.9. Confusion Matrix.....	16
BAB III METODOLOGI.....	18
3.1. Gambaran Penelitian.....	18

3.2. Tahapan Penelitian.....	18
3.3. Studi Literatur.....	19
3.4. Pengumpulan Data.....	19
3.5. Pengolahan Data.....	21
3.6. Pembuatan Model.....	22
3.6.1. Alur Kerja Residual Network.....	23
3.6.2. Alur Kerja Region Proposal Network.....	24
3.6.3. Alur Kerja Region of Interest Pooling.....	25
3.6.4. Alur Lapisan Flatten.....	26
3.6.5. Alur Lapisan Fully-Connected.....	26
3.6.6. Lapisan Classifier.....	26
3.6.7. Lapisan Regressor.....	27
3.7. Evaluasi Model.....	27
3.8. Skenario Pengujian.....	30
3.9. Menanam Model pada Aplikasi.....	31
BAB IV.....	33
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Pengolahan Data.....	33
4.1.1. Pelabelan Masing-Masing Data.....	33
4.1.2. Perubahan Format Data.....	35
4.1.3. Visualisasi Data.....	39
4.1.4. Pembagian Data.....	42
4.2. Implementasi Model.....	44
4.2.1. Pencetakan File Tensorflow Record.....	44
4.2.2. Pelatihan Lanjutan Model Faster R-CNN.....	47
4.2.3. Ekspor Model.....	50

4.2.4. Uji Coba Model yang Telah Diekspor.....	50
4.2.5. Perhitungan Mean Average Precision (mAP).....	53
4.3. Uji Coba Skenario Pengujian.....	57
4.3.1. Pengujian Pada Model Tanpa Non-Maximum Suppression.....	58
4.3.2. Pengujian Pada Model Dengan Non-Maximum Suppression.....	59
4.3.3. Analisa Hasil Pengujian.....	61
4.4. Penanaman Model Pada Aplikasi.....	63
4.4.1. Pembuatan Aplikasi.....	63
4.4.2. Penanaman Model.....	66
4.4.3. Hasil Uji Coba Aplikasi.....	66
BAB V PENUTUP.....	71
5.1. Kesimpulan.....	71
5.2. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perhitungan Precision dan Recall.....	29
Tabel 3.2. Skenario Pengujian.....	31
Tabel 4.1. Hasil Uji Coba Skenario Tanpa NMS.....	58
Tabel 4.2. Hasil Uji Coba Skenario Tanpa NMS Pada Setiap Data Uji.....	59
Tabel 4.3. Hasil Uji Coba Skenario Dengan NMS.....	59
Tabel 4.4. Hasil Uji Coba Skenario Dengan NMS Pada Setiap Data Uji.....	60
Tabel 4.5. Hasil Uji Coba Skenario Pada Data yang telah Dirementangkan.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Nada Dasar.....	7
Gambar 2.2. Alur Kerja Faster R-CNN.....	8
Gambar 2.3. Region Proposal Network.....	9
Gambar 2.4. Error Curve dari Plain Network.....	11
Gambar 2.5. Blok Residual Learning.....	12
Gambar 2.6. Arsitektur CNN Sederhana.....	13
Gambar 2.7. Activation Map Hasil Training MNIST.....	13
Gambar 2.8. Arsitektur ANN Sederhana (Feedforward Neural Network).....	15
Gambar 2.9. Ilustrasi Persamaan IoU.....	16
Gambar 3.1. Langkah-Langkah Penelitian.....	18
Gambar 3.2. Sampel Citra Partitur Lagu Bungong Jeumpa.....	19
Gambar 3.3. Tahapan Pengolahan Data.....	21
Gambar 3.4. Kerangka Kerja Metode.....	23
Gambar 3.5. Arsitektur ResNet-34.....	23
Gambar 3.6. Implementasi NMS.....	25
Gambar 3.7. Sampel Keluaran.....	27
Gambar 3.8. Implementasi Evaluasi Model.....	28
Gambar 3.9. Grafik Precision-Recall.....	30
Gambar 4.1. Sampel Gambar yang Telah Diberi Label.....	33
Gambar 4.2. Sampel Histogram Dari Salah Satu Data Citra.....	36
Gambar 4.3. Perbandingan Beberapa Nilai Threshold.....	37
Gambar 4.4. Perbandingan Beberapa Nilai Threshold.....	38
Gambar 4.5. Distribusi Kelas Dari Seluruh Data Citra.....	42
Gambar 4.6. Hasil Uji Coba Model.....	52
Gambar 4.7. Perbandingan Dimensi Data Uji.....	61
Gambar 4.8. Sampel Hasil Perentangan Data Uji.....	62
Gambar 4.9. Tampilan Header Aplikasi.....	67

Gambar 4.10. Tampilan Fitur Transformasi Partitur.....	68
Gambar 4.11. Tampilan Hasil Proses Transformasi.....	69
Gambar 4.12. Sampel Keluaran Hasil Transformasi Aplikasi.....	69
Gambar 4.13. Tampilan Pesan Error Pada Aplikasi.....	70