



SKRIPSI

DETEKSI SUARA HUKUM TAJWID NUN SUKUN PADA BACAAN AL-QURAN MENGGUNAKAN MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

MAS MUHAMMAD AQIL SALIM

NPM 21081010163

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

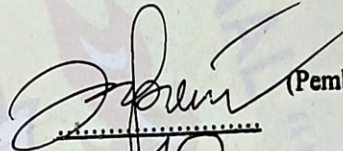
LEMBAR PENGESAHAN

DETEKSI SUARA HUKUM TAJWID AL-QURAN MENGGUNAKAN MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT-DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

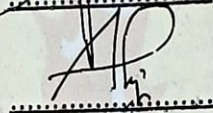
Oleh :
MAS MUHAMMAD AQIL SALIM
NPM. 21081010163

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi
Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional
Veteran Jawa Timur Pada tanggal 16 Mei 2025

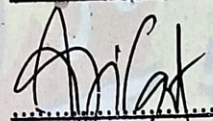
Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs
NIP. 19730512 200501 2 003


.....
(Pembimbing I)

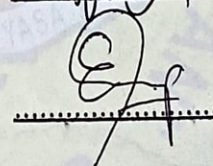
Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
NPT. 222198 60 816400


.....
(Pembimbing II)

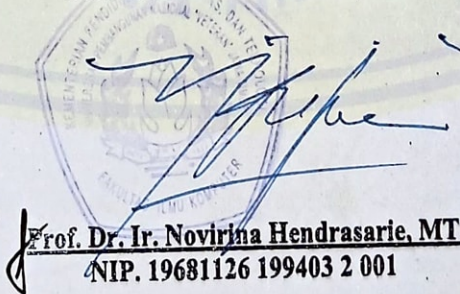
Chrystia Aji Putra, S.Kom., M.T.
NIP. 19861008 202121 1 001


.....
(Ketua Penguji)

Eka Prakarsa Mandvartha, S.T., M.Kom.
NIP. 19880525 201803 1 001


.....
(Penguji I)

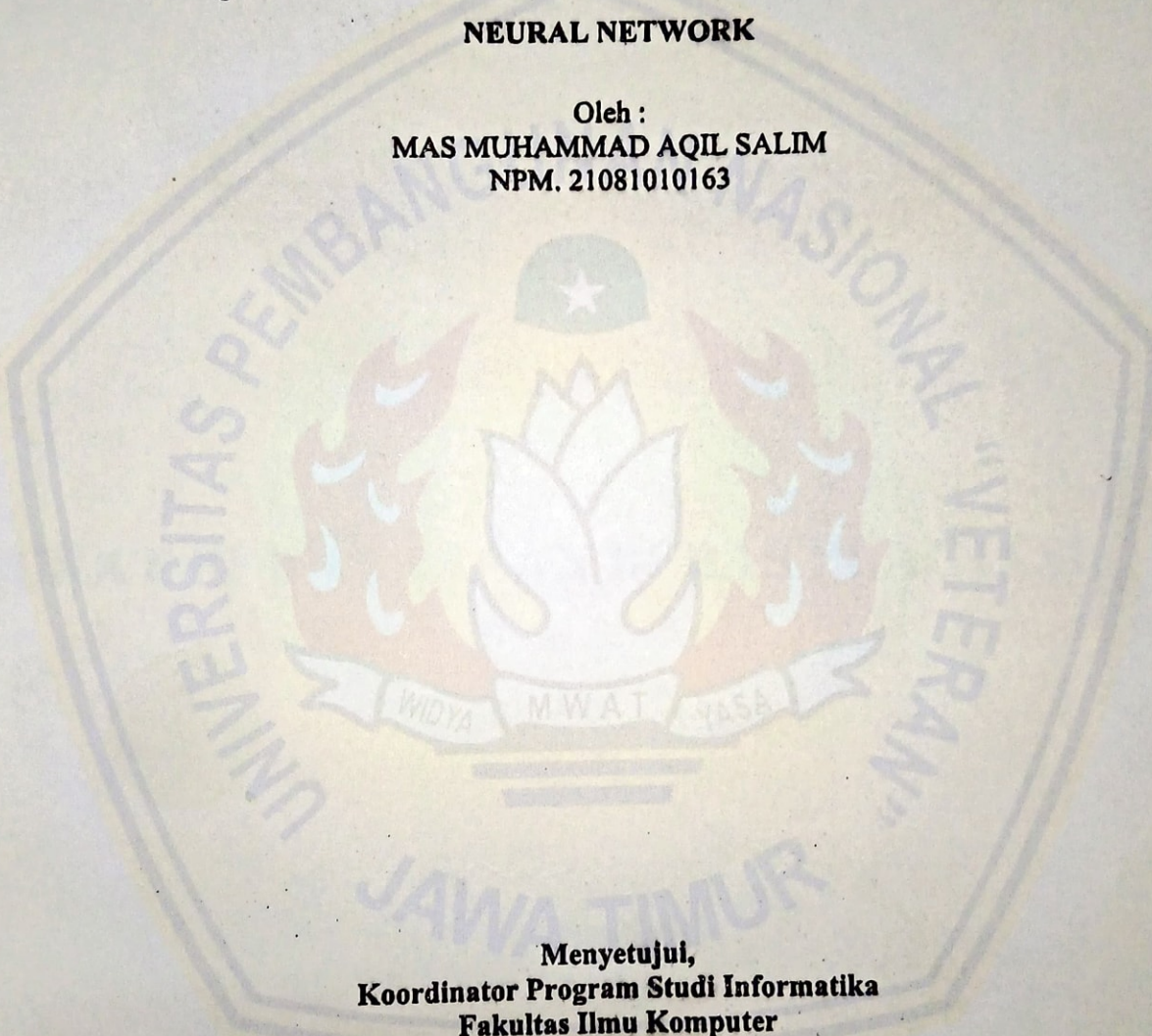
Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


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

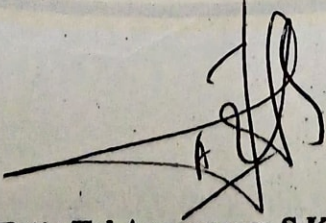
LEMBAR PERSETUJUAN

**DETEKSI SUARA HUKUM TAJWID AL-QURAN MENGGUNAKAN MEL-
FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT DAN CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK**

Oleh :
MAS MUHAMMAD AQIL SALIM
NPM. 21081010163



Menyetujui,
Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer



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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mas Muhammad Aqil Salim
NPM : 21081010163
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 10 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,

A handwritten signature in blue ink is written over a rectangular official stamp. The stamp contains the text 'PULUN RIBU RUPIAH', 'METERAI TEMPEL', and a unique identification number '4E094AAX757807653'.

MAS MUHAMMAD AQIL SALIM
NPM. 21081010163

Halaman ini sengaja dikosongkan.

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Mas Muhammad Aqil Salim
Judul Skripsi : Deteksi Suara Hukum Tajwid Nun Sukun Pada Alquran Menggunakan Mel-Frequency Cepstral Coefficient
Dosen Pembimbing : Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.
Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi otomatis untuk mengenali hukum tajwid, khususnya bacaan nun sukun dan tanwin dalam Al-Quran. Metode yang digunakan menggabungkan ekstraksi fitur *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) dengan klasifikasi menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN). Dataset terdiri dari 1344 sampel suara, yang dikumpulkan dari rekaman langsung dan sumber daring, lalu dikategorikan ke dalam enam kelas hukum tajwid. Tahap *pre-processing* mencakup pemotongan durasi, pengurangan *noise*, dan ekstraksi fitur menggunakan MFCC, yang kemudian diproses oleh CNN dengan fungsi aktivasi *softmax*. Berbagai konfigurasi diuji untuk menemukan parameter optimal, termasuk jumlah koefisien MFCC (40), durasi audio (3 detik), arsitektur CNN (32-64-96), *batch size* (16), dan jumlah *epoch*. Model yang dikembangkan mencapai akurasi 94%, dengan *loss* rendah (0.3095) serta *precision*, *recall*, dan F1-score di atas 0.93 untuk semua kelas. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi MFCC dan CNN mampu mengenali pola akustik hukum bacaan tajwid secara akurat. Pendekatan ini berpotensi digunakan dalam sistem pembelajaran tajwid berbasis suara, membantu masyarakat memahami bacaan Al-Quran dengan lebih mudah dan tepat.

Kata Kunci : Al-Quran, Convolutional Neural Network, Deteksi Suara, Klasifikasi Audio, Mel-Frequency Cepstral Coefficient, Nun Sukun, Tajwid.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

ABSTRACT

Nama Mahasiswa / NPM : Mas Muhammad Aqil Salim
Judul Skripsi : *Detection of Tajweed Law Sounds in the Quran Using Mel-Frequency Cepstral Coefficient and Convolutional Neural Network*
Dosen Pembimbing : Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Cs.
Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.

This study develops an automatic detection system to recognize tajwid rules, specifically nun sukun and tanwin recitations in the Quran. The method combines Mel-Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) for feature extraction with Convolutional Neural Network (CNN) for classification. The dataset consists of 1,344 voice samples, collected from both live recordings and online sources, categorized into six tajwid classes. Pre-processing steps include duration trimming, noise reduction, and feature extraction using MFCC, which is then processed by a CNN model with a softmax activation function. Various configurations were tested to find optimal parameters, such as 40 MFCC coefficients, 3-second audio duration, CNN architecture (32-64-96), batch size (16), and the number of epochs. The final model achieved 94% accuracy, with a low loss value (0.3095) and precision, recall, and F1-score above 0.93 across all classes. These findings demonstrate that the MFCC-CNN approach effectively recognizes acoustic patterns of tajwid rules. This method holds great potential for voice-based tajwid learning systems, assisting users in understanding Quranic pronunciation more easily and accurately.

Keywords : *Al-Quran, Convolutional Neural Network, Signal Detection, Audio Classification, Mel-Frequency Cepstral Coefficient, Nun Sukun, Tajweed.*

Halaman ini sengaja dikosongkan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan lancar. Skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua Tercinta yakni, Buya Mas Ali Mastur dan Ibu Mas Fauziyah yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang tiada Henti. Doa serta Motivasi dari keduanya memberikan sumber kekuatan bagi Penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
2. Saudara-saudara Kandung yakni, Ning Mas Miftachurrohman, Cak Mas Hasan Al-Mudzakkir, Cak Mas Muhammad Jamaluddin Akbar, Dek Mas Intan Sofarok Bilqis, Dek Mas Niam Hamdani, dan Dek Mas Muhammad Choirul Bariya. Serta, Saudara Ipar Saya Cak Mohammad Fatihuddin, dan keponakan Ahmad Mashudan Muhajir yang memberikan doa, motivasi, dukungan serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan, dan ilmu selama penyusunan skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas waktu, tenaga, dan kesediaannya dalam memberikan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, dan tepat waktu.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, dan nasihatnya dalam penyusunan laporan Skripsi ini. Terima kasih juga atas dedikasi, ilmu, dan waktu yang telah diberikan kepada saya selama Menyusun skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Sahabat-sahabat seperjuangan Skripsi, yakni Agfanadita Rezkia Chaurina, Yafi Arya Maulana, Yuaini Pranajelita, Nadia Dita Salsabila, Putri Dwi Agnesya, dan Andhini Putri Arini yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan kebersamaan selama penelitian berlangsung. Kehadiran mereka tidak hanya

menjadi penyemangat bagi penulis, tetapi juga memberikan banyak pelajaran dalam proses belajar dan penyelesaian skripsi ini.

6. Sahabat-sahabat seperjuangan saya dalam Organisasi Kemahasiswaan, yakni Mohammad David Hardiyansyah, Viqhy Amrullah Elhaq, Alya Daywa Yudhistira, Bunga Ayufi Rahmaniah, dan Mbak Iswari Novianti, yang telah mendampingi saya selama berproses dan berkuliah di UPN “Veteran” Jawa Timur, serta memberikan semangat motivasi kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Sahabat-sahabat rekan kerja, Kak Devy Rizka, Kak Dila Arifianti, dan Kak Feby yang selalu mendukung saya dikala saya bekerja di PT. Karya Warga Indonesia dan memberikan motivasi kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat Alumni SMA Islam Parlaungan, yakni R. Dufi Isa Satya, Muhammad Baramada Pradikta, Nisa Arrizki, dan Agnes Dwi Nila yang memberikan dukungan kepada saya selama mengerjakan skripsi ini.
9. Seluruh Pihak yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini, yang dimana tidak dapat disebutkan satu per satu.

Pada Akhirnya, Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan. Penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dari penyusunan hingga tata bahasa penyampaian dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima saran dan kritik dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki diri. Penulis berharap semoga skripsi yang telah disusun ini dapat memberikan manfaat dan juga inspirasi bagi pembaca.

Surabaya, 25 Mei 2025

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Al-Quran	10
2.2.2 Hukum Tajwid	11
2.2.3 Hukum Mempelajari Ilmu Tajwid	12
2.2.4 Hukum Tajwid Nun Sukun	12
2.2.5 Mel Frequency Cepstral Coefficient	14
2.2.6 Convolutional Neural Network.....	18
2.2.7 Categorical-Cross Entrophy Loss	20

2.2.8	Root Mean Square (RMS).....	20
2.2.9	Confusion Matrix	21
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		23
3.1	Metode Penelitian.....	23
3.2	Akuisisi Dataset.....	25
3.3	Pelabelan Dataset	27
3.4	Pre-Processing	27
3.3.1	Konversi Data ke format .wav	28
3.3.2	Re-Sampling Rate Audio Data.....	29
3.3.3	Normalisasi Volume Audio Data	30
3.3.4	Trim or Padding Audio	30
3.3.5	Remove Silence dan De-Noise Audio.....	31
3.5	Ekstraksi Fitur	33
3.6	Pemisahan Dataset.....	36
3.7	Klasifikasi.....	38
3.7.1	Load Batch, Scale & Weight Class Normalization.....	40
3.7.2	One-Hot Encoding	40
3.7.3	Arsitektur Layer CNN.....	41
3.7.4	Fully Connected Layer	42
3.7.5	Fine Tuning Model dengan Checkpointing.....	43
3.8	Evaluasi Model.....	44
3.9	Testing	45
3.10	Skenario Uji Coba.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Lingkungan Penelitian.....	49
4.2	Spesifikasi Perangkat Lunak	49
4.3	Spesifikasi Perangkat Keras	49

4.4	Akuisisi Dataset.....	50
4.5	Pelabelan Dataset	52
4.6	Pre-Processing	55
4.6.1	Konversi ke format .wav files	55
4.6.2	Re-Sampling Rate Audio Data.....	56
4.6.3	Normalisasi Volume Audio	57
4.6.4	Trim or Padding Audio Data.....	58
4.6.5	Remove Silence.....	59
4.6.6	De-Noise Signal Audio	60
4.7	Ekstraksi Fitur	62
4.7.1	Framing	62
4.7.2	Windowing.....	63
4.7.3	FFT dan Power Spectrum	64
4.7.4	Mel-Filter Bank.....	64
4.7.5	Discrete Cosine Transform	65
4.7.6	Penambahan Padding	66
4.8	Pemisahan Dataset.....	68
4.9	Klasifikasi Model	70
4.10	Hasil Pengujian.....	80
4.10.1	Skenario Penelitian.....	80
4.10.2	Evaluasi Hasil Skenario Pengujian	122
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		127
5.1	Kesimpulan.....	127
5.2	Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA.....		129
LAMPIRAN.....		134

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur MFCC	14
Gambar 2. 2 Arsitektur CNN	18
Gambar 2. 3 Confusion Matrix	21
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alur Penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Pengambilan Dataset Secara Langsung.....	26
Gambar 3. 3 Pengambilan Dataset Via Youtube	26
Gambar 3. 4 Alur Pre-Processing.....	28
Gambar 3. 5 Contoh Hasil Trim or Pad Audio	31
Gambar 3. 6 Alur Remove Silence	31
Gambar 3. 7 Alur De-Noise Audio	32
Gambar 3. 8 Alur Ekstraksi Fitur.....	34
Gambar 3. 9 Arsitektur CNN	39
Gambar 3. 10 Arsitektur CNN Layer 1.....	41
Gambar 3. 11 Arsitektur CNN Layer 2.....	42
Gambar 3. 12 Arsitektur CNN Layer 3.....	42
Gambar 3. 13 Arsitektur CNN Fully Connected Layer	42
Gambar 3. 14 Alur dari Fine Tuning With Checkpointing	43
Gambar 3. 15 Alur dari Testing	45
Gambar 4. 1 Aplikasi Pemotongan Data Suara.....	51
Gambar 4. 2 Pengumpulan Data di Tiap Qori.....	52
Gambar 4. 3 Hasil Dari Pelabelan Data	54
Gambar 4. 4 Persebaran Data.....	54
Gambar 4. 5 Pola Spektrum Original Audio	55
Gambar 4. 6 Hasil Proses Konversi Data.....	56
Gambar 4. 7 Hasil Trim or Padding Audio	59
Gambar 4. 8 Hasil dari Remove Silence	60
Gambar 4. 9 Perbandingan Hasil De-Noise Signal.....	62
Gambar 4. 10 Hasil Mel-Spectrogram	65
Gambar 4. 11 Proses Konversi ke MFCC Batch.....	67
Gambar 4. 12 Hasil dari Proses Konversi MFCC	68
Gambar 4. 13 Shape dari MFCC.....	68
Gambar 4. 14 Ukuran Data di Tiap Kategori Pembagian	74

Gambar 4. 15 Diagram Epoch Pre-Trained.....	77
Gambar 4. 16 Hasil Epoch Fine-Tuning	79
Gambar 4. 17 Confusion Matrix Skenario 80 : 10 : 10.....	80
Gambar 4. 18 Confusion Matrix Skenario 70 : 15 : 15.....	82
Gambar 4. 19 Confusion Matrix Skenario 60 : 20 : 20.....	84
Gambar 4. 20 Confusion Matrix K-Fold Cross Validation.....	86
Gambar 4. 21 Confusion Matrix Skenario Koefisien 40.....	89
Gambar 4. 22 Confusion Matrix Skenario Koefisien 60.....	91
Gambar 4. 23 Confusion Matrix Koefisien 80.....	92
Gambar 4. 24 Confusion Matrix Audio Length 2s	95
Gambar 4. 25 Confusion Matrix Audio Length 2,5s	97
Gambar 4. 26 Confusion Matrix Audio Length 3s	99
Gambar 4. 27 Confusion Matrix Filter 16-32-64.....	102
Gambar 4. 28 Confusion Matrix Filter 32-48-64.....	104
Gambar 4. 29 Confusion Matrix Filter 32-64-96.....	106
Gambar 4. 30 Confusion Matrix Batch Size 8.....	109
Gambar 4. 31 Confusion Matrix Batch Size 16.....	111
Gambar 4. 32 Confusion Matrix Batch Size 32.....	113
Gambar 4. 33 Confusion Matrix Epoch 100-50.....	116
Gambar 4. 34 Confusion Matrix Epoch 75-50.....	118
Gambar 4. 35 Confusion Matrix Epoch 50-25.....	120
Gambar 4. 36 Diagram Epoch Pre-Trained.....	125
Gambar 4. 37 Diagram Epoch Fine Tuning	126

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hukum Tajwid Nun Sukun.....	13
Tabel 3. 1 Pembagian Dataset.....	37
Tabel 3. 2 Skenario Penelitian	46
Tabel 4. 1 Tabel Spesifikasi Perangkat Lunak.....	49
Tabel 4. 2 Tabel Spesifikasi Perangkat Keras.....	50
Tabel 4. 3 Jumlah Data Tiap Kelas	54
Tabel 4. 4 Hasil Pembagian Dataset	70
Tabel 4. 5 Classification Report Skenario 80 : 10 : 10	81
Tabel 4. 6 Classification Report Skenario 70 : 15 : 15	82
Tabel 4. 7 Classification Report Skenario 60 : 20 : 20	84
Tabel 4. 8 Classification Report K-Fold	86
Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Uji Skenario ke-1.....	88
Tabel 4. 10 Classification Report Skenario Koefisien 40.....	89
Tabel 4. 11 Classification Report Koefisien 60	91
Tabel 4. 12 Classification Report Koefisien 80	93
Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Skenario ke-2.....	94
Tabel 4. 14 Classification Report Audio Length 2s.....	96
Tabel 4. 15 Classification Report Audio Length 2,5s.....	97
Tabel 4. 16 Classification Report Audio Length 3s.....	99
Tabel 4. 17 Perbandingan Hasil Skenario ke-3.....	101
Tabel 4. 18 Classification Report Filter 16-32-64	102
Tabel 4. 19 Classification Report Filter 32-48-64	104
Tabel 4. 20 Classification Report Filter 32-64-96	106
Tabel 4. 21 Perbandingan Hasil Skenario ke-4.....	108
Tabel 4. 22 Classification Report Batch Size 8	110
Tabel 4. 23 Classification Report Batch Size 16	112
Tabel 4. 24 Classification Report Batch Size 32	113
Tabel 4. 25 Perbandingan Hasil Skenario ke-5.....	115
Tabel 4. 26 Classification Report Epoch 100-50	117
Tabel 4. 27 Classification Report Epoch 75-50	118
Tabel 4. 28 Classification Report Epoch 50-25	120
Tabel 4. 29 Perbandingan Hasil Uji Skenario ke-6.....	122

Tabel 4. 30 Evaluasi Hasil Setiap Skenario	124
--	-----

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Dari Mitra	134
Lampiran 2 Proses Running Epoch Saat Pre-Trained.....	135
Lampiran 3 Proses Running Epoch Saat Fine Tuning	136
Lampiran 4 Demonstrasi Algoritma Fast Fourier Transform	137
Lampiran 5 Demonstrasi Algoritma Discrete Cosine Transform	137

Halaman ini sengaja dikosongkan.