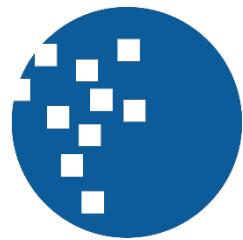


**IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK* DALAM MENGIDENTIFIKASI BAHAN
MAKANAN UNTUK REKOMENDASI MP-ASI**



**UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA**

SKRIPSI

**Reynardthan Handoko
00000044437**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2024**

**IMPLEMENTASI *DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK* DALAM MENGIDENTIFIKASI BAHAN
MAKANAN UNTUK REKOMENDASI MP-ASI**



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

Reynardthan Handoko

00000044437

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2024**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Reynardthan Handoko

Nomor Induk Mahasiswa : 00000044437

Program studi : Sistem Informasi

Skripsi dengan judul:

“Implementasi Deep Learning Convolutional Neural Network dalam Mengidentifikasi Bahan Makanan untuk Rekomendasi MP-ASI”

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 27 Mei 2024



Reynardthan Handoko

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

“Implementasi Deep Learning Convolutional Neural Network dalam Mengidentifikasi Bahan Makanan untuk Rekomendasi MP-ASI”

Oleh

Nama : Reynardthan Handoko

NIM : 00000044437

Program Studi : Sistem Informasi

Fakultas : Teknik dan Informatika

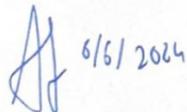
Telah diujikan pada hari Senin, 27 Mei 2024

Pukul 15.00 s.d 17.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

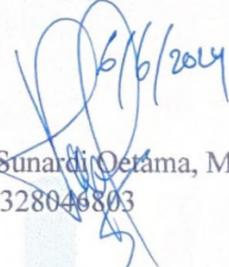
Ketua Sidang



6/6/2024

Ahmad Faza, S.Kom., M.T.I.
0312019501

Penguji



6/6/2024

Ir. Raymond Sunardi Oetama, M.CIS
0328046803

Pembimbing



Dr. Friska Natalia, S.Kom., M.T.
0306128307

Ketua Program Studi Sistem Informasi

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Reynardthan Handoko
NIM	:	00000044437
Program Studi	:	Sistem Informasi
Jenjang	:	S1
Judul Karya Ilmiah	:	Implementasi <i>Deep Learning Convolutional Neural Network</i> dalam Mengidentifikasi Bahan Makanan untuk Rekomendasi MP-ASI

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial. Saya tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.
- Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: Dalam proses pengajuan penerbitan ke dalam jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)*.

Tangerang, 27 Mei 2024



Reynardthan Handoko

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunianya, skripsi ini yang berjudul “Implementasi *Deep Learning Convolutional Neural Network* dalam Mengidentifikasi Bahan Makanan untuk Rekomendasi MP-ASI” sehingga dapat selesai tepat waktu. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana(S1) untuk mendapatkan gelar (S.Kom.) jurusan Sistem Informasi pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam penulisan skripsi ini, maka dari itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, teruntuk:

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, ST, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ibu Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Ibu Dr. Friska Natalia, S.Kom., M.T., sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dan arahan agar terselesainya skripsi ini.
5. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
6. Teman-teman yang selalu memberikan semangat, saran, dukungan, dan motivasi selama penyusunan skripsi.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat yang positif bagi para pembaca dan sebagai sumber informasi serta inspirasi bagi pembacanya.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tangerang, 27 Mei 2024



Reynardthan Handoko

IMPLEMENTASI DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM MENGIDENTIFIKASI BAHAN MAKANAN UNTUK REKOMENDASI MP-ASI

Reynardthan Handoko

ABSTRAK

Indonesia menghadapi masalah serius terkait gizi dan nutrisi, yang menyebabkan *stunting* pada bayi dan balita. Menurut Survei Status Gizi Indonesia (SGGI) 2022, prevalensi stunting mencapai 21.6%, melampaui target *World Health Organization* (WHO) sebesar 20%. *Stunting* menghambat pertumbuhan fisik, kesehatan, dan perkembangan kognitif anak. Pemerintah menekankan pentingnya edukasi tentang pemberian ASI eksklusif dan Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) yang kaya protein sebagai langkah pencegahan. Namun, terdapat kendala terkait kurangnya pengetahuan tentang MP-ASI yang sesuai dan bernutrisi bagi anak. Pemilihan menu, bahan makanan yang cocok, dan teknik memasak yang sesuai untuk MP-ASI menjadi sangat penting. Penelitian ini dilangsungkan untuk mengembangkan sistem rekomendasi resep menu MP-ASI melalui pengenalan dan pengklasifikasian citra bahan makanan berbasis *mobile*. Penelitian ini bertujuan untuk pengimplementasian algoritma *deep learning* yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN), untuk mengenali dan mengklasifikasikan citra dengan membandingkan dua model *transfer learning* VGG16 dan MobileNetV2. Model akan mempelajari citra bahan makanan tinggi protein untuk anak usia 6 hingga 23 bulan, seperti yang disarankan oleh Kementerian Kesehatan. Model terbaik dipilih berdasarkan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Model terbaik diimplementasikan pada aplikasi *mobile* agar dapat merekomendasikan menu MP-ASI. Hasil evaluasi pada penelitian ini, menunjukkan model MobileNetV2 memiliki performa yang lebih unggul dalam mengklasifikasikan citra bahan makanan. MobileNetV2 memiliki nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* secara berurutan sebesar 0.9703, 0.9707, 0.9702, dan 0.9704, sementara performa VGG16 yang lebih rendah, sebesar 0.8812, 0.8850, 0.8799, 0.8807, pada keseluruhan *fold*. Oleh karena itu, implementasi Model MobileNetV2 pada aplikasi *mobile* menjadi pilihan yang tepat untuk mendukung proses rekomendasi menu MP-ASI.

Kata kunci: *Convolutional Neural Network*, Makanan Pendamping ASI, MobileNetV2, *Stunting*, VGG16

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

IMPLEMENTATION OF DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK IN IDENTIFYING FOOD INGREDIENTS FOR COMPLEMENTARY FEEDING RECOMMENDATION

Reynardthan Handoko

ABSTRACT (English)

Indonesia is facing a serious issue of malnutrition, resulting in stunting among infants and toddlers. According to Survei Status Gizi Indonesia (SGGI), the prevalence of stunting reached 21.6%, exceeding the World Health Organization (WHO) target of 20%. Stunting hampers children's physical growth, health, and cognitive development. The government emphasizes the importance of education about exclusive breastfeeding and complementary foods (MP-ASI) rich in protein as preventive measures. However, there are challenges related to the lack of knowledge about appropriate and nutritious MP-ASI. The selection of menus, suitable food ingredients, and proper cooking techniques for MP-ASI is crucial. This research was conducted to develop a menu recommendation system for MP-ASI through the recognition and classification of food ingredient images based on mobile technology. The study aims to implement deep learning algorithms, specifically Convolutional Neural Networks (CNN), to recognize and classify images by comparing two transfer learning models: VGG16 and MobileNetV2. The models will learn images of high-protein food ingredients for children aged 6 to 23 months, as recommended by the Kementerian Kesehatan. The best model will be selected based on accuracy, precision, recall, and F1-score. The best model will be implemented in a mobile application to recommend MP-ASI menus. The evaluation results of this study show that the MobileNetV2 model outperforms the VGG16 model in classifying food ingredient images. MobileNetV2 has accuracy, precision, recall, and f1-score values of 0.9703, 0.9707, 0.9702, and 0.9704, respectively, while VGG16 performs lower, with values of 0.8812, 0.8850, 0.8799, and 0.8807, across all folds. Therefore, the implementation of the MobileNetV2 model in the mobile application is the appropriate choice to support the CF menu recommendation process.

Keywords: Complementary Feeding, Convolutional Neural Network, MobileNetV2, Stunting, VGG16

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT (English)</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	6
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Tinjauan Teori.....	13
2.2.1 Gizi Seimbang Bayi dan Balita	13
2.2.2 <i>Stunting</i>	15
2.2.3 Bahan Makanan	16
2.2.4 Makanan Pendamping ASI(MP-ASI).....	17
2.3 Kerangka Kerja, Algoritma, Teknik <i>Processing</i> dan Metode Evaluasi.....	18
2.3.1 CRISP-DM	18
2.3.2 <i>Machine Learning</i>	19
2.3.3 Citra Digital.....	21
2.3.4 <i>Deep Learning</i>	21

2.3.5 Convolutional Neural Network	21
2.3.6 Transfer Learning.....	23
2.3.7 Teknik Processing	25
2.3.8 Evaluasi.....	27
2.3.9 Sistem Rekomendasi.....	29
2.4 Alat Penelitian	30
2.4.1 Python	30
2.4.2 Visual Studio Code.....	30
2.4.3 Firebase.....	31
2.4.4 Android Studio	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian.....	32
3.2 Metode Penelitian.....	33
3.2.1 Alur Penelitian	33
3.2.2 Metode Data Mining.....	34
3.2.3 Metode Pengembangan <i>Deep Learning</i>.....	40
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	41
3.3.1 Populasi dan Sampel.....	42
3.4 Variabel Penelitian	43
3.4.1 Variabel Independen	43
3.4.2 Variabel Dependental	43
3.5 Teknik Analisis Data.....	43
3.6 Implementasi Metode Aplikasi	44
BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN	46
4.1 Tahap <i>Business Understanding</i>	46
4.2 Tahap <i>Data Understanding</i>	47
4.2.1 Data Gambar	47
4.2.2 Data Tabular	49
4.3 Tahap <i>Data Preparation</i>	50
4.3.1 Augmentasi dan <i>Splitting</i> tanpa <i>Cross Validation</i>	51
4.3.2 Augmentasi dan <i>Splitting</i> dengan <i>Cross Validation</i>	54
4.4 Tahap <i>Modeling</i>	58
4.4.1 Inisialisasi Model.....	59
4.4.2 Tahap Pelatihan Model	63
4.5 Tahap <i>Evaluation</i>.....	68

4.5.1 Evaluasi Pelatihan Model tanpa <i>Cross Validation</i>	68
4.5.2 Evaluasi Pelatihan Model dengan <i>Cross Validation</i>	77
4.5.3 Evaluasi Perbandingan Kinerja Model dan Proses Pelatihan Model	90
4.5.4 Evaluasi Model dengan Data Uji Lapangan.....	91
4.6 Tahap <i>Deployment</i>	93
4.6.1 Persiapan Model ke Aplikasi	93
4.6.2 Pembentukan Aplikasi	96
4.6.3 Pengujian Aplikasi	103
4.6.4 Pengujian Data pada Aplikasi	105
4.7 Hasil dan Diskusi.....	108
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	114
5.1 Simpulan	114
5.2 Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN.....	125



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2 Tabel Rekomendasi MP-ASI pada Bayi	17
Tabel 2.3 <i>Confusion Matrix</i>	27
Tabel 3.1 Perbandingan <i>Framework Data Mining</i>	34
Tabel 3.2 Perbandingan Arsitektur VGG16 dengan MobileNetV2	40
Tabel 3.3 Perbandingan Arsitektur Flutter dengan Android Studio (XML).....	44
Tabel 4.1 Keterangan Data Tabular	50
Tabel 4.2 Konfigurasi Perbandingan <i>Setup</i> pada Model.....	59
Tabel 4.3 Konfigurasi Final untuk <i>Setup</i> Model.....	59
Tabel 4.4 Evaluasi Performa Model.....	77
Tabel 4.5 Evaluasi Metrik Tiap <i>Fold</i> VGG16	78
Tabel 4.6 Evaluasi Metrik MobileNetV2 Tiap <i>Fold</i> MobileNetV2.....	83
Tabel 4.7 Evaluasi Metrik Tiap <i>Fold</i>	88
Tabel 4.8 Evaluasi Metrik dengan Performa <i>Fold</i> Terbaik.....	89
Tabel 4.9 Rata-Rata Metrik Evaluasi	89
Tabel 4.10 Evaluasi Kinerja Model dan Proses Pelatihan Model.....	90
Tabel 4.11 Hasil <i>User Acceptance Test</i>	103
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Data pada Aplikasi.....	105
Tabel 4.13 Hasil <i>Review</i> Model	109
Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	109
Tabel 4.15 Hasil Tanggapan Pengguna Menggunakan Aplikasi	112



DAFTAR GAMBAR

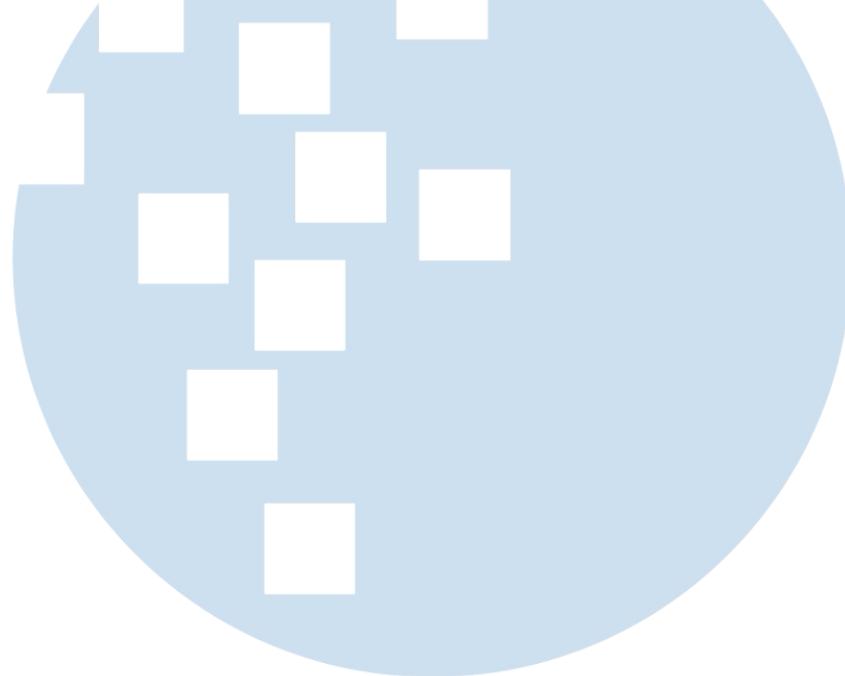
Gambar 2.1 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	22
Gambar 2.2 <i>Max Pooling</i>	23
Gambar 2.3 <i>Convolutional Blocks</i> MobileNetV2	24
Gambar 2.4 VGG16 Arsitektur	25
Gambar 2.5 Implementasi <i>Stratified K-Fold</i>	26
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Alur Pembentukan dengan CRISP-DM	35
Gambar 3.3 Pembentukan Kedua Model Menerapkan <i>Tranfer Learning</i>	38
Gambar 4.1 Detail Gambar per Kategori	48
Gambar 4.2 Data Gambar	48
Gambar 4.3 Data Gambar Uji	49
Gambar 4.4 Melakukan Pengambilan Data.	51
Gambar 4.5 <i>Import ImageDataGenerator</i>	51
Gambar 4.6 Persiapan Augmentasi Gambar	52
Gambar 4.7 Memuat Data <i>Input</i> pada Augmentasi.....	53
Gambar 4.8 Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Validation</i> berdasarkan Kategori....	54
Gambar 4.9 Augmentasi untuk <i>Cross Validation</i>	55
Gambar 4.10 Augmentasi untuk Data <i>Training</i>	55
Gambar 4.11 Konversi <i>Data Generator</i> menjadi Array Nummpy	56
Gambar 4.12 Hasil Konversi Data X_data_pixels	56
Gambar 4.13 Hasil Konversi Data Y_data_lables	57
Gambar 4.14 <i>Splitting</i> Secara Implisit pada <i>Fold</i>	57
Gambar 4.15 Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Validation</i> berdasarkan Kategori....	58
Gambar 4.16 Pembuatan Model VGG16	60
Gambar 4.17 Pembuatan Model MobileNetV2	62
Gambar 4.18 Pelatihan Model VGG16 tanpa <i>Cross Validation</i>	63
Gambar 4.19 Pelatihan Model MobileNetV2 tanpa <i>Cross Validation</i>	64
Gambar 4.20 Pelatihan Model VGG16 dengan Implementasi <i>Cross Validation</i> .	65
Gambar 4.21 Proses Pelatihan Model VGG16 menggunakan <i>Cross Validation</i> ..	66
Gambar 4.22 Waktu Proses <i>Cross Validation</i> VGG16.....	66
Gambar 4.23 Pelatihan Model MobileNetV2 dengan Implementasi <i>Cross Validation</i>	67
Gambar 4.24 Proses Pelatihan Model MobileNetV2 menggunakan <i>Cross Validation</i>	67
Gambar 4.25 Waktu Proses <i>Cross Validation</i> MobileNetV2	68
Gambar 4.26 <i>Confusion Matrix</i> dan <i>Classification Report</i> VGG16	69
Gambar 4.27 Perhitungan Rata-rata <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> VGG16 ...	71
Gambar 4.28 <i>Confusion Matrix</i> dan <i>Classification Report</i> MobileNetV2	72
Gambar 4.29 Perhitungan Rata-rata <i>Presisi</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> MobileNetV2	74
Gambar 4.30 Perbandingan <i>Training</i> Akurasi dan <i>Validasi</i> Akurasi dengan 25 <i>Epochs</i>	75
Gambar 4.31 Perbandingan <i>Training Loss</i> dan <i>Validasi Loss</i> dengan 25 <i>Epochs</i>	76
Gambar 4.32 Perhitungan Rata-Rata Evaluasi VGG16 per <i>Fold</i>	78
Gambar 4.33 Tahapan Mendapatkan Evaluasi Metrik VGG16 pada Seluruh <i>Fold</i>	79

Gambar 4.34 Hasil Evaluasi Metrik VGG16 Seluruh <i>Fold</i>	79
Gambar 4.35 Evaluasi Metrik Seluruh <i>Fold</i> Model VGG16	82
Gambar 4.36 Perhitungan Rata-Rata Evaluasi MobileNetV2 per <i>Fold</i>	83
Gambar 4.37 Tahapan Mendapatkan Evaluasi Metrik MobileNetV2 pada Seluruh <i>Fold</i>	84
Gambar 4.38 Hasil Evaluasi Metrik MobilNetV2 Seluruh <i>Fold</i>	85
Gambar 4.39 Evaluasi Metrik Seluruh <i>Fold</i> Model MobileNetV2.....	88
Gambar 4.40 Model terbaik	91
Gambar 4.41 <i>Confusion Matrix</i> dan <i>Classification Report</i> dengan Data Lapangan	92
Gambar 4.42 <i>Convert File .h5 ke .tflite</i>	94
Gambar 4.43 Menginisialisasi Model TF Lite ke Aplikasi.....	95
Gambar 4.44 Kode Rekomendasi Menu	96
Gambar 4.45 <i>Authentication</i> Menu	97
Gambar 4.46 Tampilan <i>Home</i> Menu.....	98
Gambar 4.47 Tampilan Rekomendasi.....	98
Gambar 4.48 Tutorial <i>scanning</i> bahan makanan.....	99
Gambar 4.49 Tampilan Gagal Merekendasikan	100
Gambar 4.50 Detail Menu MP-ASI	100
Gambar 4.51 Tampilan <i>Favorite</i> Menu	101
Gambar 4.52 Detail Menu yang Disukai.....	102
Gambar 4.53 Tampilan <i>Profile</i> Menu	102



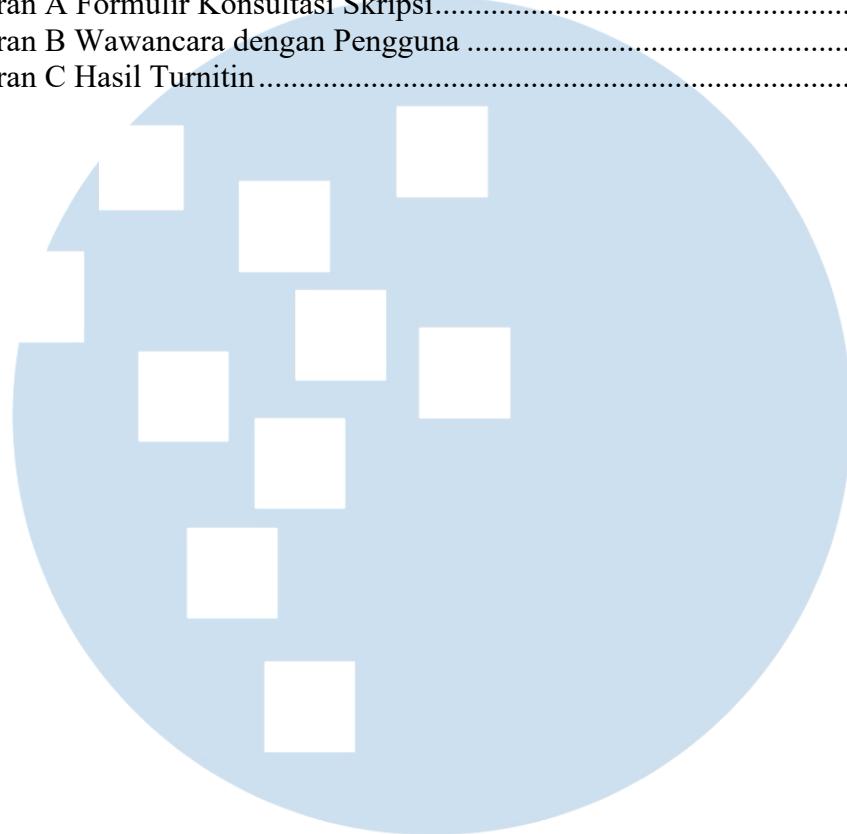
DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus Mencari Nilai Akurasi	27
Rumus 2.2 Rumus Mencari Nilai <i>Precision</i>	28
Rumus 2.3 Rumus Mencari Nilai <i>Recall</i>	28
Rumus 2.4 Rumus Mencari Nilai <i>F1-Score</i>	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Formulir Konsultasi Skripsi.....	125
Lampiran B Wawancara dengan Pengguna	126
Lampiran C Hasil Turnitin	127



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA