

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	5
1.6. Kerangka Berpikir	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Hasil Penelitian Terdahulu	9
2.2. Dasar Teori	13
2.2.1. Metodologi CRISP-DM	13
2.2.2. <i>Fine-Grained Visual Classification</i> pada Citra Makanan	14
2.2.3. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	14
2.2.4. <i>Residual Network</i> (ResNet).....	15
2.2.5. Perbandingan Arsitektur ResNet-34 dan ResNet-50.....	16
2.2.6. <i>Transfer Learning</i>	17
2.2.7. <i>Data Augmentation</i> dan <i>Class Imbalance</i>	17

2.2.8. <i>Data Leakage</i> dan <i>Grouped Stratified Split</i>	18
2.2.9. Pelatihan Model dan Fungsi Kerugian	18
2.2.10. Metrik Evaluasi dan Efisiensi Komputasi	19
2.2.11. Post-Training Quantization	21
2.2.12. Structured Pruning	22
BAB III METODOLOGI	23
3.1. <i>Business Understanding</i>	23
3.1.1. Mendefinisikan Tujuan Penelitian	23
3.1.2. Menentukan Kriteria Keberhasilan	24
3.2. <i>Data Understanding</i>	24
3.2.1. Sumber Data dan Kelas Penelitian	25
3.2.2. Analisis Distribusi Kelas dan Variasi Visual	26
3.3. <i>Data Preparation</i>	26
3.3.1. Pembersihan Data, Deduplikasi, dan Standardisasi Label	27
3.3.2. Spesifikasi Preprocessing Input dan Augmentasi Data	28
3.3.3. Grouped Stratified Split untuk Mencegah <i>Data Leakage</i>	29
3.3.4. Pembentukan Cabang Dataset untuk Eksperimen Tambahan	29
3.4. <i>Modeling</i>	30
3.4.1. Model Pra-latih yang Digunakan	30
3.4.2. Skenario <i>Transfer Learning</i>	30
3.4.3. Konfigurasi Pelatihan	31
3.4.4. Konfigurasi Pelatihan untuk Skenario Long-Tail	32
3.5. <i>Evaluation</i>	32
3.5.1. Evaluasi Utama pada <i>Clean Test Set</i>	33
3.5.2. Analisis Kesalahan per Kelas	34
3.5.3. Pengujian Robustness pada Kondisi Non-Ideal	34

3.5.4. Simulasi Distribusi Long-Tail	35
3.5.5. Evaluasi Kalibrasi Probabilitas Prediksi	35
3.5.6. Prosedur Benchmark Inference yang Konsisten	36
3.6. <i>Deployment</i>	37
3.6.1. Konversi dan Penyimpanan Artefak Model	39
3.6.2. Post-Training Quantization	39
3.6.3. Structured Pruning	39
3.6.4. Logging dan Reproducibility	40
3.6.5. Distillation sebagai Rekomendasi Penelitian Lanjutan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Hasil	42
4.1.1. Hasil <i>Business Understanding</i>	42
4.1.2. Hasil <i>Data Understanding</i>	43
4.1.3. Hasil <i>Data Preparation</i>	47
4.1.4. Hasil <i>Modeling</i>	52
4.1.5. Hasil <i>Evaluation</i>	56
4.1.6. Hasil <i>Deployment</i>	71
4.2. Pembahasan	80
4.2.1. Perbandingan kinerja ResNet-34 dan ResNet-50	80
4.2.2. Pengaruh feature extraction, fine-tuning, dan augmentasi	82
4.2.3. Trade-off antara performa klasifikasi dan efisiensi komputasi	84
BAB V PENUTUP	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran	6
Gambar 2.1 Diagram CRISP-DM [21]	13
Gambar 2.2 Arsitektur Convolutional Neural Network [23]	15
Gambar 2.3 Framework Residual Block [25]	16
Gambar 3.1 Alur Pengerjaan Menurut CRISP-DM	23
Gambar 3.2 Flowchart data understanding	25
Gambar 3.3 Flowchart data preparation.....	27
Gambar 3.4 Flowchart evaluation	33
Gambar 3.5 Flowchart deployment.....	38
Gambar 4.1 Distribusi sumber dataset awal per kelas	45
Gambar 4.2 Contoh variasi visual citra pasca-cleaning.	46
Gambar 4.3 Ringkasan jumlah citra pasca-cleaning.	48
Gambar 4.4 Perbandingan jumlah citra pra dan pasca-augmentasi.	49
Gambar 4.5 Jumlah citra hasil augmentasi per kelas.	49
Gambar 4.6 Distribusi data per split (grouped split).....	51
Gambar 4.7 Kurva pelatihan ResNet-34 baseline.....	53
Gambar 4.8 Kurva pelatihan ResNet-34 fine-tune.....	53
Gambar 4.9 Kurva pelatihan ResNet-50 baseline.....	55
Gambar 4.10 Kurva pelatihan ResNet-50 fine-tune.....	55
Gambar 4.11 Confusion matrix ResNet-34 baseline pada clean test set.....	58
Gambar 4.12 Confusion matrix ResNet-34 finetune pada clean test set.....	58
Gambar 4.13 confusion matrix ResNet-50 baseline pada clean test set	60
Gambar 4.14 Confusion matrix ResNet-50 fine-tune pada clean test set.	61
Gambar 4.15 Penurunan performa akibat corruption pada ResNet-34 fine-tune..	64
Gambar 4.16 Penurunan performa akibat corruption pada ResNet-50 fine-tune..	65
Gambar 4.17 Reliability diagram ResNet-34 fine-tune.	69
Gambar 4.18 Reliability diagram ResNet-50 fine-tune	69
Gambar 4.19 Perbandingan ukuran checkpoint dan latensi inferensi	73
Gambar 4.20 Perbandingan confusion matrix baseline dan PTQ ResNet-50	73
Gambar 4.21 Rasio pruning dan macro F1 pada ResNet-50 fine-tune	75
Gambar 4.22 Trade-off performa dan efisiensi structured pruning.....	76

Gambar 4.23 Confusion matrix ResNet-50 fine-tune (Pruning 10%).....	76
Gambar 4.24 Hasil demonstrasi	80



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State of the art	11
Tabel 4.1 Rekap kontribusi sumber dataset per kelas	44
Tabel 4.2 Distribusi citra pasca-merging dan standardisasi label.	47
Tabel 4.3 Ringkasan pembersihan dataset awal.	48
Tabel 4.4 Rekap jumlah citra hasil augmentasi per kelas.	48
Tabel 4.5 Distribusi dataset pada tiap split data.	50
Tabel 4.6 Ringkasan dataset cabang eksperimen.	52
Tabel 4.7 Konfigurasi dan hasil validasi ResNet-34..	53
Tabel 4.8 Konfigurasi dan hasil validasi ResNet-50	54
Tabel 4.9 Perbandingan hasil validasi empat model inti.	55
Tabel 4.10 Hasil clean benchmark ResNet-34	57
Tabel 4.11 Performa klasifikasi per kelas ResNet-34 fine-tune.	59
Tabel 4.12 Hasil clean benchmark ResNet-50	60
Tabel 4.13 Performa klasifikasi per kelas ResNet-50 fine-tune.	61
Tabel 4.14 Perbandingan clean benchmark seluruh model inti.	62
Tabel 4.15 Hasil evaluasi robustness dua konfigurasi ResNet-34.	63
Tabel 4.16 Hasil evaluasi robustness dua konfigurasi ResNet-50	64
Tabel 4.17 Perbandingan hasil evaluasi robustness keempat model inti.	65
Tabel 4.18 Hasil evaluasi long-tail ResNet-34.	66
Tabel 4.19 Hasil evaluasi long-tail ResNet-50.	66
Tabel 4.20 Perbandingan evaluasi long-tail pada dua model fine-tune.	67
Tabel 4.21 Evaluasi kalibrasi probabilitas keempat	68
Tabel 4.22 Perbandingan performa baseline dan PTQ ResNet-50.	72
Tabel 4.23 Hasil evaluasi structured pruning ResNet-50.	74
Tabel 4.24 Hasil recovery fine-tuning pasca-pruning	77
Tabel 4.25 Perbandingan akhir optimasi deployment ResNet-50	78