UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Multi-teacher Knowledge Distillation untuk Peningkatan Generalisasi Model Ringan pada Klasifikasi Pneumonia
Aziz Solihin, Dr. Dyah Aruming Tyas, S.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL vii
INTISARI viii
ABSTRACT ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Kontribusi Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 14
3.1 Deskripsi Umum 14
3.2 Tahapan Eksperimen 14
3.3 Alat dan Bahan Penelitian 17
3.4 Deskripsi Dataset 17
3.4.1 NIH CXR 18
3.4.2 Chexpert 19
3.4.3 Kermany's CXR Dataset 19
3.4.4 Padchest 19
3.4.5 Distribusi Kelas Pneumonia 20
3.5 Rancangan Model CNN 20
3.5.1 MobileNet sebagai Model Student 23
3.5.2 DenseNet sebagai Model Teacher 26
3.6 Rancangan Knowledge Distillation 28
3.6.1 Logit 29
3.6.2 Softmax dan Temperatur 29
3.6.3 Soft Targets 30
3.6.4 Soft Targets Gabungan berbasis Kesalahan 31
3.6.5 Fungsi Kerugian 32
3.7 Skenario Pelatihan 33
3.7.1 Pelatihan Model Teacher 33
3.7.2 Proses Distilasi dan Pelatihan Model Student 34
3.7.3 Validasi Model Student 36
3.8 Skenario Pengujian dan Evaluasi 37
3.8.1 Metrik Evaluasi 38
3.8.2 Efisiensi 40
3.9 Analisis Komparatif 41

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Multi-teacher Knowledge Distillation untuk Peningkatan Generalisasi Model Ringan pada Klasifikasi Pneumonia
Aziz Solihin, Dr. Dyah Aruming Tyas, S.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.9.1 Perbandingan Jumlah Teacher....41
3.9.2 Perbandingan Teacher dan Student....42
3.9.3 Perbandingan dengan Studi Relevan....42
BAB IV IMPLEMENTASI....43
4.1 Lingkungan Pengembangan....43
4.2 Persiapan Data....43
4.2.1 Pelabelan per Dataset....43
4.2.2 Pembagian Data....45
4.2.3 Penggabungan Dataset....46
4.2.4 Penanganan Ketidakseimbangan Data....46
4.2.5 Prapemrosesan Gambar....47
4.3 Implementasi Pelatihan Model....48
4.3.1 Konfigurasi Model dan Hyperparameter....49
4.3.2 Pelatihan Model Student Baseline dan Teacher....50
4.4 Implementasi Multi-Teacher Knowledge Distillation....52
4.4.1 Konfigurasi Teacher dan Student....52
4.4.2 Pembobotan Teachers Soft Targets....53
4.4.3 Perhitungan Distillation Loss dan Total Loss....54
4.4.4 Pelatihan Model Student dengan Knowledge Distillation....55
4.5 Implementasi Pengujian dan Evaluasi....57
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN....59
5.1 Hasil Pengujian Model Independen....59
5.1.1 Performa Model Teacher pada Dataset Asal....59
5.1.2 Performa Model Teacher pada Dataset Gabungan....62
5.1.3 Performa Model Baseline pada Dataset Gabungan....63
5.2 Hasil Eksperimen Knowledge Distillation....65
5.2.1 Performa Student pada Pengujian Internal....67
5.2.2 Pengaruh Temperatur terhadap Performa Internal....69
5.2.3 Teacher vs Student pada Pengujian Internal....71
5.3 Performa Student pada Pengujian Eksternal....72
5.4 Analisis Generalisasi Model....74
5.4.1 Perbandingan Performa Internal dan Eksternal....74
5.4.2 Pengaruh Jumlah Teacher dan Pembobotan Adaptif....77
5.5 Analisis Efisiensi Model....79
5.6 Perbandingan dengan Studi Terkait....81
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN....84
6.1 Kesimpulan....84
6.2 Saran....84
DAFTAR PUSTAKA....85