UNIVERSITAS
GADJAH MADA
IDENTIFIKASI RADIONUKLIDA BERBASIS SPEKTROSKOPI GAMMA MENGGUNAKAN DETEKTOR NaI(Tl) DAN CNN-GRU
Aditya Firdaus, Prof. Ir. Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., Ir. Gede Sutresna Wijaya, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN xiv
INTISARI xvi
ABSTRACT xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1. Latar Belakang 1
I.2. Perumusan Masalah 3
I.2.1. Batasan Masalah 4
I.3. Tujuan Penelitian 4
I.4. Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
II.1. Identifikasi Radionuklida Berbasis Spektroskopi Gamma 6
II.2. *Hyperparameter Tuning* pada *Deep Learning* 8
BAB III DASAR TEORI 9
III.1. Spektroskopi Gamma 9
III.1.1. Detektor NaI(Tl) 9
III.1.2. Analisis Kualitatif pada Spektroskopi Gamma 10
III.1.3. Analisis Kuantitatif pada Spektroskopi Gamma 11
III.1.4. Efisiensi Pencacahan 13
III.2. *Machine Learning* 15
III.2.1. Klasifikasi 16
III.2.2. Regresi 16
III.3. Jaringan Saraf Tiruan 16
III.3.1. *Convolutional Neural Network* 17
III.3.2. *Gated Recurrent Unit* 18
III.3.3. *Convolutional Neural Network-Gated Recurrent Unit* (CNN-GRU) 19
III.4. *Hyperparameter Tuning* 20

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
IDENTIFIKASI RADIONUKLIDA BERBASIS SPEKTROSKOPI GAMMA MENGGUNAKAN DETEKTOR NaI(Tl) DAN CNN-GRU
Aditya Firdaus, Prof. Ir. Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., Ir. Gede Sutresna Wijaya, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.4.1. Topologi Jaringan 21
III.4.2. Lapisan *Bidirectional* 21
III.4.3. *Batch Size* 22
III.4.4. *Learning Rate* 22
III.4.5. *Epoch* 22
III.4.6. *Dropout* 23
III.4.7. Fungsi Aktivasi 23
III.4.8. *Loss Function* 23
III.4.9. *Batch Normalization* 23
III.5. Metrik Evaluasi *Machine Learning* 24
III.5.1. Akurasi Biner 24
III.5.2. *Mean Absolute Error* 25
III.5.3. *Mean Absolute Percentage Error* 25
III.5.4. *Precision*, *Recall* dan F1-Score 26
III.6. Augmentasi Data 28
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN 29
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian 29
IV.2. Tata Laksana Penelitian 31
IV.2.1. Pengambilan Dataset 31
IV.2.2. Perancangan Kode Program 35
IV.2.3. Pelatihan dan Validasi Model 40
IV.3. Rencana Analisis Hasil Penelitian 44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 45
V.1. Hasil Prapemrosesan Dataset 45
V.1.1. Dataset Fitur 45
V.1.2. Dataset Target Klasifikasi 49
V.1.3. Dataset Target Regresi 52
V.2. Pencarian *Hyperparameter* Optimum 60
V.2.1. *Hyperparameter* Optimum Model Klasifikasi 61
V.2.2. *Hyperparameter* Optimum Model Regresi 64
V.3. Analisis Performa Model 66
V.3.1. Analisis Model Klasifikasi 67

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
IDENTIFIKASI RADIONUKLIDA BERBASIS SPEKTROSKOPI GAMMA MENGGUNAKAN DETEKTOR NaI(Tl) DAN CNN-GRU
Aditya Firdaus, Prof. Ir. Nazrul Effendy, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., Ir. Gede Sutresna Wijaya, M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V.3.2. Analisis Model Regresi 73
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 85
VI.1. Kesimpulan 85
VI.2. Saran 85
DAFTAR PUSTAKA 87