

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.2.1. Batasan Masalah	2
I.3. Tujuan Penelitian	3
I.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1. Gas Radon Sebagai Prekursor Gempa Bumi	4
II.2. Sistem <i>Telemonitoring</i> Gas Radon	8
II.3. Prediksi Waktu, Magnitudo, dan Lokasi Gempa Bumi	9
II.3.1. Algoritme Prediksi Waktu	9
II.3.2. Algoritme Prediksi Magnitudo	12
II.3.3. Algoritme Prediksi Lokasi	14
BAB III DASAR TEORI.....	16
III.1. Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi.....	16
III.2. Gempa Bumi.....	16
III.3. Gas Radon	20
III.4. RadonEye (RD200)	22
III.5. Magnitudo.....	23
III.6. Prediksi Gempa bumi	24



III.7. Metode Klasterisasi Gempa	25
III.8. Prediksi dengan Regresi Polinomial.....	26
III.9. <i>Confussion Matrix</i> dan Analisis <i>Error</i>	27
III.10. Algoritme Prediksi	29
III.11. Hipotesis	30
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	32
IV.1. Metode Penelitian.....	32
IV.2. Waktu dan Tempat Penelitian	32
IV.3. Alat dan Bahan Penelitian	32
IV.4. Tata Laksana Penelitian.....	34
IV.4.1. Identifikasi Masalah	36
IV.4.2. Studi Pustaka.....	37
IV.4.3. Penentuan Tuntutan Perancangan 1	37
IV.4.4. Observasi teknologi sistem monitoring EWS berbasis gas Radon.....	37
IV.4.5. Akuisisi Data Primer dan Sekunder	38
IV.4.6. Rancang Bangun Algoritme Dasar Prediksi Gempa Bumi	42
IV.4.7. Penentuan Tuntutan Perancangan 2	49
IV.4.8. Rancang Bangun Algoritme Prediksi Adaptif.....	49
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	59
V.1. Hasil Penelitian.....	59
V.1.1. Hasil Penentuan Tuntutan Perancangan 1	59
V.1.2. Hasil Observasi Teknologi Sistem Peringatan Dini	59
V.1.3. Algoritme Dasar Prediksi Waktu.....	60
V.1.4. Algoritme Dasar Prediksi Magnitudo.....	63
V.1.5. Algoritme Dasar Prediksi Lokasi.	64
V.1.6. Hasil Penentuan Tuntutan Perancangan 2	65
V.1.7. Algoritme Adaptif Prediksi Waktu.....	66
V.1.8. Algoritme Adaptif Prediksi Magnitudo.	68
V.1.9. Algoritme Adaptif Prediksi Lokasi.	72
V.2. Pembahasan dan Implementasi Hasil	75
V.2.1. Pembahasan	75
V.2.2. Implementasi Sistem	76



BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
VI.1. Kesimpulan.....	80
VI.2. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN A TAUTAN KODE SUMBER PREDIKSI GEMPA BUMI	87
LAMPIRAN B TAUTAN KODE SUMBER KLASTERISASI LOKASI.....	88
LAMPIRAN C KODE SUMBER ANALISIS LOGIKA PREDIKSI WAKTU....	89
LAMPIRAN D TAMPILAN PREDIKSI UNTUK ANALISIS TEKNIS	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Acuan penelitian terdahulu terhadap prediksi waktu.....	10
Tabel 2. 2. Acuan penelitian terdahulu terhadap prediksi magnitudo	12
Tabel 2. 3. Acuan penelitian terhadap prediksi lokasi.....	14
Tabel 3. 1. Konversi magnitudo.....	24
Tabel 4. 1. Alat penelitian.....	32
Tabel 4. 2. Bahan penelitian	33
Tabel 4. 3. Perangkat lunak penelitian.....	34
Tabel 5. 1. Hasil evaluasi algoritme prediksi waktu dengan <i>confusion matrix</i>	62
Tabel 5. 2. Evaluasi algoritme dasar prediksi magnitudo	63
Tabel 5. 3. Evaluasi algoritme dasar prediksi lokasi	65
Tabel 5. 4. Pasangan persamaan karakteristik dan <i>Gain</i> waktu	66
Tabel 5. 5. Evaluasi algoritme adaptif prediksi waktu	67
Tabel 5. 6. Pasangan persamaan karakteristik dan <i>gain</i> magnitudo	69
Tabel 5. 7. Evaluasi algoritme adaptif prediksi magnitudo	70
Tabel 5. 8. Pasangan persamaan karakteristik dan <i>gain</i> lokasi.....	72
Tabel 5. 9. Evaluasi algoritme adaptif prediksi lokasi.....	73
Tabel 5. 10. Hasil evaluasi keseluruhan	75
Tabel 5. 11. Hasil evaluasi terpilih	76
Tabel 5. 12. Rentang klaster	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Lokasi monitoring gas Radon di sekitaran Patahan Opak.	5
Gambar 2. 2. Konsentrasi gas Radon dan kegempaan di Cazzaso, Italia	6
Gambar 2. 3. Peluruhan gas Radon preseksor gempa bumi	7
Gambar 2. 4. Skema sistem <i>telemonitoring</i> gas Radon	8
Gambar 3. 1. Lapisan batuan bumi	17
Gambar 3. 2. Parameter gempa bumi.....	18
Gambar 3. 3. Gelombang utama: (a) <i>P – waves</i> dan (b) <i>S – waves</i>	18
Gambar 3. 4. Lempeng tektonik Indonesia.....	19
Gambar 3. 5. Deret peluruhan Radon	20
Gambar 3. 6. Proses pelepasan gas Radon.....	21
Gambar 3. 7. Pelepasan gas Radon ketika ada retakan.....	22
Gambar 3. 8. RadonEye dan cara kerja <i>pulsed ionization chamber</i>	23
Gambar 3. 9. <i>Confusion matrix</i>	27
Gambar 3. 10. Diagram blok algoritme adaptif	30
Gambar 4. 1. Tahapan penelitian	35
Gambar 4. 2. Alur observasi teknologi EWS.....	38
Gambar 4. 3. Lokasi stasiun <i>telemonitoring</i> dan EWS Bantul	39
Gambar 4. 4. Tampilan <i>server www.dataalamdiy.com</i>	39
Gambar 4. 5. Tampilan pesan telegram pada akun InaTEWS_BMKG	40
Gambar 4. 6. Alur proses akuisisi data	41
Gambar 4. 7. Alur proses rancang bangun dan pengujian algoritme dasar	42
Gambar 4. 8. Alur penentuan algoritme dasar prediksi waktu	44
Gambar 4. 9. Alur penentuan algoritme dasar prediksi magnitudo	45
Gambar 4. 10. Alur penentuan algoritme dasar prediksi lokasi.....	47
Gambar 4. 11. Alur penentuan rentang klaster lokasi.....	48
Gambar 4. 12. Alur proses rancang bangun algoritme adaptif	50
Gambar 4. 13. Diagram blok algoritme adaptif prediksi waktu	51
Gambar 4. 14. Alur penentuan algoritme adaptif prediksi waktu.....	52
Gambar 4. 15. Diagram blok algoritme adaptif prediksi magnitudo	53



Gambar 4. 16.	Alur penentuan algoritme adaptif prediksi magnitudo	54
Gambar 4. 17.	Diagram blok algoritme adaptif prediksi lokasi.....	55
Gambar 4. 18.	Alur penentuan algoritme adaptif prediksi lokasi	56
Gambar 5. 1.	Skema sistem <i>telemonitoring</i> gas Radon di Stasiun Bantul.....	60
Gambar 5. 2.	Perhitungan rata – rata harian dan <i>timeline</i> prediksi	61
Gambar 5. 3.	Grafik pengaruh minimal parameter terhadap performa prediksi .	62
Gambar 5. 4.	Hasil Klasterisasi lokasi menggunakan <i>K – means</i>	64
Gambar 5. 5.	Visualisasi prediksi waktu menggunakan algoritme adaptif.....	68
Gambar 5. 6.	Visualisasi prediksi magnitudo menggunakan algoritme adaptif ...	71
Gambar 5. 7.	Visualisasi prediksi lokasi menggunakan algoritme adaptif.....	74
Gambar 5. 8.	Tampilan <i>user interface</i> awal.....	76
Gambar 5. 9.	Tampilan jika tidak memasukan tanggal secara manual.....	77
Gambar 5. 10.	Tampilan setelah <i>update</i> data.....	78
Gambar 5. 11.	Info gempa 23 Mei 2025 dari BMKG.....	78
Gambar 5. 12.	Tampilan ketika status prediksi tidak aktif	79



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang Romawi

<i>Lambang</i>	<i>Kuantitas</i>	<i>Satuan</i>
R	Rata-rata konsentrasi gas Radon	pCi/l
n	Prediksi waktu gempa	
σ	Rata-rata konsentrasi gas Radon	

Subskrip

<i>Lambang</i>	<i>Deskripsi</i>
Rn	Radon
Ra	Radium
U	Uranium
Th	Thorium
Po	Polonium
Pb	Timbal
Bi	Bismut

Superskrip

<i>Lambang</i>	<i>Deskripsi</i>
M	Magnitudo
x_i	Nilai Tengah
$\bar{x}_i$	Rata-rata prediksi



Singkatan

BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
GFZ	<i>Geo Forschungs Zentrum</i>
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana
ROR	<i>Regressive Objective Regression</i>
TP	<i>True Positive</i>
FP	<i>False Positive</i>
UGM	Universitas Gadjah Mada
SSTK	Sensor dan Sistem Telekontrol
FT	Fakultas Teknik
EWS	<i>Early Warning System</i>
GWL	<i>Groundwater Level</i>
DTNTF	Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika

