

TESIS

**ANALISIS KORELATIF TERHADAP FAKTOR PEMICU
TERJADINYA LONGSOR MENGGUNAKAN MODEL
SARIMA-TCN**



MEINAHEN BUDI BANSOMA

225312021/MTF

**MAGISTER INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

ANALISIS KORELATIF TERHADAP FAKTOR PEMICU TERJADINYA LONGSOR MENGGUNAKAN MODEL SARIMA-TCN

yang disusun oleh

Meynahren Buddi Bansoma

225312021

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 26 Januari 2024

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Prof. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Prof. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 26 Januari 2024

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN

Nama : MEINAHEN BUDI BANSOMA
Nomor Mahasiswa : 225312021/MTF
Konsentrasi : Intelligent Informatics
Judul Tesis : ANALISIS KORELATIF TERHADAP FAKTOR
PEMICU TERJADINYA LONGSOR
MENGUNAKAN MODEL SARIMA-TCN

Menyatakan bahwa penelitian dalam tugas akhir ini adalah hasil karya pribadi dan bukan duplikasi dari karya tulis yang telah ada sebelumnya. Karya tulis yang telah ada sebelumnya dijadikan penulis sebagai acuan dan referensi untuk melengkapi penelitian serta dinyatakan secara tertulis dalam penulisan dan daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 26 januari 2024

Meinahen Budi Bansoma

INTISARI

Longsor merupakan salah satu bentuk Geohazard yang memiliki dampak signifikan terhadap ekonomi, infrastruktur, dan nyawa manusia. Data yang diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Nusa Tenggara Timur (NTT) menunjukkan peningkatan intensitas kejadian longsor sejak awal tahun 2021, dengan 30 kejadian, meningkat menjadi 46 kejadian pada tahun 2022, dan mencapai angka 17 kejadian pada bulan Juni 2023. Kejadian longsor ini umumnya terkait dengan ketidakstabilan tanah yang dipengaruhi oleh intensitas curah hujan.

Studi-studi di China telah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab longsor, seperti curah hujan tinggi, lereng yang terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang lemah, penyusutan pada permukaan air danau atau bendungan, serta erosi. Faktor utama yang menjadi pemicu longsor di China adalah perpindahan tanah yang dipicu oleh curah hujan [1][2][5][6][7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis korelatif terhadap faktor-faktor pemicu ketidakstabilan tanah yang menyebabkan longsor, dengan menggunakan model SARIMA dan TCN.

Dataset yang digunakan dalam penelitian mencakup 3637 kejadian longsor dengan fokus pada empat variabel utama, yang berkontribusi pada ketidakstabilan tanah. Metode SARIMA digunakan untuk menstabilkan data, diikuti oleh penerapan model TCN untuk melakukan prediksi kejadian longsor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan TCN pada data yang telah distasionerkan menghasilkan akurasi prediksi yang lebih baik daripada data yang tidak distasionerkan.

Temuan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem peringatan dini, yang pada gilirannya dapat mengurangi dampak ekonomi dan korban jiwa akibat longsor. Penelitian ini memberikan wawasan lebih lanjut tentang hubungan antara faktor-faktor pemicu dan kejadian longsor, serta memberikan landasan untuk perbaikan kebijakan penanggulangan bencana di wilayah yang rentan terhadap longsor.

Kata kunci : Longsor, Analisa Korelatif, SARIMA, TCN, Sistem Peringatan Dini

ABSTRACT

Landslides are one of the significant forms of geohazards that have a profound impact on the economy, infrastructure, and human lives. Data obtained from the Regional Disaster Management Agency (BPD) of East Nusa Tenggara (NTT) indicates an increasing intensity of landslide events since the beginning of 2021, with 30 incidents, rising to 46 incidents in 2022, and reaching 17 incidents in June 2023. These landslide events are generally associated with soil instability influenced by rainfall intensity.

Studies in China have identified factors causing landslides, such as high rainfall, steep slopes, loose and thick soil, weak rocks, subsidence on the surface of lakes or dams, and erosion. The primary trigger for landslides in China is soil displacement induced by rainfall [1][2][5][6][7]. Therefore, this research aims to conduct a correlational analysis of soil instability-triggering factors leading to landslides, using SARIMA and TCN models.

The dataset used in the study comprises 3637 landslide incidents, focusing on four main variables contributing to soil instability. The SARIMA method is employed to stabilize the data, followed by the application of the TCN model to predict landslide events. The research findings indicate that using TCN on detrended data yields better prediction accuracy compared to non-detrended data.

These findings are expected to contribute to the development of early warning systems, ultimately reducing the economic impact and casualties resulting from landslides. This research provides further insights into the relationship between triggering factors and landslide occurrences, laying the groundwork for improvements in disaster management policies in landslide-prone areas.

Keywords: Landslide, Correlational Analysis, SARIMA, TCN, Early Warning System

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis berhasil menyelesaikan pembuatan tugas akhir ini dengan baik. Dalam melaksanakan tugas akhir, penulis mendapatkan banyak bantuan dari pihak-pihak yang mendukung penulis baik secara langsung ataupun tidak langsung. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, terutama secara khusus kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah meluangkan banyak waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama melaksanakan tugas akhir.
2. Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing dan memberikan saran kepada penulis selama melaksanakan tugas akhir.
3. Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah menguji dan mengoreksi, serta memberikan banyak saran kepada penulis.
4. Segenap dosen Magister Teknik Informatika UAJY yang telah memberikan pengetahuannya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. Istri tercinta, yang telah setia menemani dan mendukung penulis didalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Orang tua dan keluarga penulis, yang telah mendukung penulis dalam menjalankan tugas akhir, dalam hal dukungan spiritual maupun mental.

7. Segenap staf pengajar, karyawan, dan teknisi UAJY khususnya Prodi Magister Teknik Informatika, yang telah membuat kegiatan akademik di kampus dapat berjalan dengan lancar.
8. Teman-teman yang selalu mendukung penulis saat melaksanakan tugas akhir maupun mendukung pada saat ujian pendadaran.
9. Semua teman-teman penulis, baik itu teman dekat penulis, teman kenal penulis, dan teman-teman lain yang telah memberi rasa dan warna bagi kehidupan penulis.
10. Semua yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belumlah sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berarti bagi kehidupan kita.

Yogyakarta, 26 Januari 2024

Penulis

Meinahen Budi Bansoma

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Pertanyaan Penelitian	5
D. Batasan Masalah.....	5
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
1. Tujuan Penelitian	6
2. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III	16
LANDASAN TEORI.....	16
A. Konsep Dasar Bencana Tanah Longsor	16
B. Jenis-Jenis Tanah Longsor	18
C. Faktor Pemicu Terjadinya Tanah Longsor.....	21
1. Curah Hujan	21
2. Kemiringan Lereng	21
3. Kondisi Tanah	22
4. Struktur Batuan Yang Kurang Kuat.....	22
5. Jenis Tata Lahan.....	22
6. Getaran	22
7. Erosi	23

8. Aktivitas Manusia	23
D. Tanda dan Gejala Tanah Longsor	23
E. Konseb Dasar Artificial Intelegent (AI).....	24
F. Machine Learning (ML).....	25
G. Depp Learning (DL).....	25
H. Big Data	26
I. Peramalan.....	26
J. Time Series.....	27
K. SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average).....	27
L. TCN (Temporal Convolutional Network).....	30
1. <i>Sequence Modelling</i>	31
2. <i>1D Convolutional Networks</i>	32
3. <i>Casual Convolutions</i>	33
4. <i>Dilated Convolutions</i>	34
5. <i>Residual Connections</i>	36
6. <i>Activation Function, Normalization, dan Regularization</i>	38
7. Model Akhir	39
M. Evaluasi Kinerja Model.....	39
BAB IV	41
METODOLOGI PENELITIAN.....	41
A. Tahapan Penelitian	41
B. Metode Penelitian.....	42
1. Studi Literatur	42
2. Pengumpulan Data	42
3. Analisis Korelatif Terjadinya Longsor	42
C. Prediksi Terjadinya Longsor	44
D. Implementasi Hasil Terjadinya Bencana Longsor	45
E. Jadwal Penelitian.....	45
BAB V.....	98
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	98
A. Implementasi.....	98
1. <i>Import Library</i> yang dibutuhkan.....	98

2.	Mendapatkan Data	99
3.	Identifikasi Stasioneritas Data	103
4.	Dekomposisi Data Musiman	104
5.	Identifikasi Stasioneritas Data	106
6.	Identifikasi Stasioneritas Variabel Curah Hujan	113
B.	Membangun Model	115
1.	Model Sarima	115
2.	Model LSTM.....	126
3.	Model TCN	135
C.	Evaluasi Model.....	143
D.	Prediksi Kejadian Longsor	146
BAB VI	150
KESIMPULAN	150
DAFTAR PUSTAKA	152

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2. Jadwal Penelitian.....	45
Tabel 3. Hasil prediksi model TCN	148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Terjadinya Tanah Longsor (sumber: https://argomulyo.bantulkab.go.id)	17
Gambar 2. Longsoran Translasi (sumber : kementerian ESDM)	18
Gambar 3. Longsoran Rotasi (sumber : kementerian ESDM).....	19
Gambar 4. Pergerakan Blok (sumber : kementerian ESDM)	19
Gambar 5. Runtuhan Batu (sumber : kementerian ESDM)	19
Gambar 6. Rayapan Tanah (sumber : kementerian ESDM)	20
Gambar 7. Aliran Bahan Rombakan (sumber : kementerian ESDM)	20
Gambar 8. Proses 1D Convolutional Networks	32
Gambar 9. Proses causal convolutions.....	33
Gambar 10. Dilated Convolutions.....	35
Gambar 11. Dilation base.....	36
Gambar 12. Struktur residual connections	37
Gambar 13. Penambahan fungsi activation, normalization, dan regularization ...	38
Gambar 14. Model akhir TCN	39
Gambar 15. Alur Metodologi Penelitian.....	41
Gambar 16. Model Prediksi Longsor	44
Gambar 17. Import Library	98
Gambar 18. Mendapatkan Data.....	99
Gambar 19. Data Kejadian Longsor Yang dipengaruhi Intensitas Curah Hujan	100
Gambar 20. Tampilan Informasi Dataset	101
Gambar 21. Visualisasi Data.....	102
Gambar 22. Histogram data	102
Gambar 23. Uji Eksploratif	103
Gambar 24. Kelembaban Rata-Rata.....	104
Gambar 25. Intensitas Curah Hujan	105
Gambar 26. Uji Variance Ratio.....	107
Gambar 27. Plot ACF Kelembaban Rata-Rata	108

Gambar 28. Plot PACF Kelembaban Rata-Rata	109
Gambar 29. variance ratio curah hujan	109
Gambar 30. Plot ACF Curah Hujan	110
Gambar 31. Plot PACF Curah Hujan	111
Gambar 32. Uji Stasioneritas	112
Gambar 33. Hasil Uji Stasioner kelembaban rata-rata.....	113
Gambar 34. Hasil Uji Stasioneritas Curah Hujan	113
Gambar 35. hasil plot stasioner	114
Gambar 36. Implementasi Model SARIMA	116
Gambar 37. forecasting kelembaban rata-rata	117
Gambar 38. plotting forecasting kelembaban rata-rata	119
Gambar 39. Hasil forecasting.....	120
Gambar 40. hasil plotting variabel curah hujan	120
Gambar 41. hasil forecasting kategori hujan.....	121
Gambar 42. hasil forecasting kategori hujan.....	122
Gambar 43. hasil forecasting kemiringan lereng	123
Gambar 44. hasil forecasting kemiringan lereng	124
Gambar 45. hasil forecasting severity	125
Gambar 46. hasil forecasting kemiringan severity.....	126
Gambar 47. Implementasi forecasting menggunakan Model LSTM.....	127
Gambar 48. pelatihan model LSTM.....	130
Gambar 49. hasil plotting kelembaban rata-rata	132
Gambar 50. hasil plotting curah hujan	133
Gambar 51. hasil plotting kategori hujan	133
Gambar 52. hasil plotting slope	134
Gambar 53. hasil plotting severity	135
Gambar 54. Implementasi forecasting menggunakan Model TCN	136
Gambar 55. pelatihan model TCN	139
Gambar 56. hasil plotting kelembaban rata-rata	140
Gambar 57. hasil plotting curah hujan	141
Gambar 58. hasil plotting kategori hujan	141

Gambar 59. hasil plotting kemiringan lereng.....	142
Gambar 60. hasil plotting severity	143
Gambar 61. implementasi evaluasi kinerja model	144
Gambar 62. hasil evaluasi kinerja model	145
Gambar 63. Kode Program Prediksi	146