



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**PREDIKSI KEJADIAN BENCANA ALAM GEMPA BUMI DI
WILAYAH PROVINSI JAWA BARAT MENGGUNAKAN
METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* (LSTM)
GUNA MITIGASI DAN KETAHANAN WILAYAH**

MUHAMMAD HARUN YAHYA 320210302015

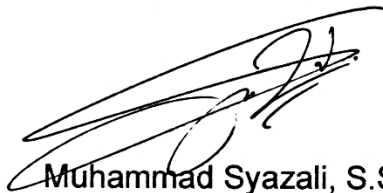
**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI MATEMATIKA
BOGOR 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Harun Yahya
NIM : 320210302015
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Prediksi Kejadian Bencana Alam Gempa Bumi di
Wilayah Provinsi Jawa Barat Menggunakan Metode
Long Short-Term Memory (LSTM) Guna Mitigasi dan
Ketahanan Wilayah

Dosen Pembimbing I



Muhammad Syazali, S.Si., M.Si.
Penata III/c
NIP. 198611212022031001
Tanggal : 23 Juli 2025

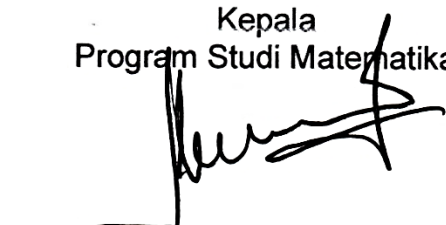
Dosen Pembimbing II



Dr. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng.
Pembina Tk. I IV/b
NIP. 198405252008011009
Tanggal : 23 Juli 2025

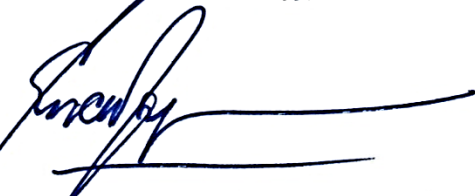
Mengetahui,

Kepala
Program Studi Matematika



Djoko Heksa Purnomo, S.Si., M.Si.
Kolonel Laut (KH) NRP. 14628/P
Tanggal : 23 Juli 2025

Dekan
Fakultas MIPA Militer



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal : 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Harun Yahya
 NIM : 320210302015
 Program Studi : Matematika
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul Skripsi : Prediksi Kejadian Bencana Alam Gempa Bumi di Wilayah Provinsi Jawa Barat Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) Guna Mitigasi dan Ketahanan Wilayah

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I: Muhammad Syazali, S.Si., M.Si. Penata III/c NIP. 198611212022031001		23 Juli 2025
2.	Dosen Pembimbing II: Dr. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng. Pembina Tk. I IV/b NIP. 198405252008011009		23 Juli 2025
3.	Dosen Penguji I: Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b NIP. 198612152022032002		23 Juli 2025
4.	Dosen Penguji II: Achmad Abdurrazzaq, Ph.D. Penda Tk. I III/b NIP. 199304032022031003		23 Juli 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraph, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini disebutkan dalam Daftar Referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 23 Juli 2025



Muhammad Harun Yahya

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Harun Yahya
NIM : 320210302015
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Prediksi Kejadian Bencana Alam Gempa Bumi di Wilayah Provinsi Jawa Barat Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) Guna Mitigasi dan Ketahanan Wilayah

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 23 Juli 2025

Yang menyatakan



Muhammad Harun Yahya
NIM. 320210302015

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan dengan judul "Prediksi Kejadian Bencana Alam Gempa Bumi di Wilayah Provinsi Jawa Barat Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) Guna Mitigasi dan Ketahanan Wilayah" dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam MIliter, Universitas Pertahanan Republik Indonesia. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Kolonel Laut (KH) Djoko Heksa Purnomo, S.Si., M.Si., selaku Kepala Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
2. Bapak Muhammad Syazali, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr. Arifan Jaya Syahbana, S.T., M.Eng. selaku pembimbing yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan arahan serta masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si. dan Bapak Achmad Abdurrazzaq, Ph.D. selaku penguji yang telah memberikan masukan berharga untuk penyempurnaan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan sivitas akademika Program Studi Matematika, Universitas Pertahanan Republik Indonesia yang telah memberikan ilmu dan wawasan berharga selama masa studi penulis.
5. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Sufriadi dan Ibunda Nurhasanah sebagai sosok luar biasa yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dan inspirasi. Terima kasih tak terhingga atas limpahan kasih sayang dan cinta yang tulus, doa yang tak pernah putus, serta dukungan baik secara moral maupun materi. Nasihat, perhatian, dan semangat yang

diberikan membuat penulis bersyukur telah dianugerahi keluarga yang luar biasa, yang selalu menjadi motivasi terbesar dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Soraya Djamilah, terima kasih sebesar-besarnya kepada kakak tercinta yang selalu menjadi teladan, pendorong semangat, dan tempat berbagi cerita serta keluh kesah dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Dinda Marsha Almira, sebagai *support system* yang tiada henti-hentinya menemani dan memberikan semangat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kebahagiaan.
8. Keluarga asuh prodi “*Eigen*” dan resimen “*Jaya Drata*” yang telah memberikan bantuan dan dukungan serta motivasi selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat terbaik dan teman-teman seperjuangan, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas kebersamaan, semangat, dan bantuan selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait dalam upaya mitigasi bencana dan ketahanan wilayah.

Bogor, 23 Juli 2025

Muhammad Harun Yahya

ABSTRAK

PREDIKSI KEJADIAN BENCANA ALAM GEMPA BUMI DI WILAYAH PROVINSI JAWA BARAT MENGGUNAKAN METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* (LSTM) GUNA MITIGASI DAN KETAHANAN WILAYAH

Bencana alam gempa bumi merupakan ancaman signifikan yang berpotensi menyebabkan kerusakan besar terhadap infrastruktur dan mengancam keselamatan masyarakat. Wilayah Provinsi Jawa Barat yang terletak di kawasan rawan gempa memerlukan sistem mitigasi yang efektif untuk meminimalkan dampak bencana ini. Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode pemodelan *time series* untuk membentuk model prediksi gempa menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Convolutional LSTM* (ConvLSTM). LSTM digunakan untuk memprediksi magnitudo dan kedalaman gempa, sementara ConvLSTM digunakan untuk memprediksi lokasi episenter gempa. Data historis gempa yang mencakup lokasi, magnitudo, dan kedalaman digunakan untuk melatih model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ConvLSTM mampu memprediksi 104 kejadian gempa selama lima tahun ke depan dengan RMSE 7.907, MAPE 32.65%, dan R^2 0.245, sedangkan LSTM untuk magnitudo menghasilkan RMSE 0.413, MAPE 7.00%, dan R^2 0.457 yang menghasilkan prediksi dengan rentang magnitudo 4.10 hingga 5.03 pada seluruh kejadian gempa untuk 5 tahun kedepan. Prediksi kedalaman dengan LSTM juga menunjukkan hasil yang signifikan dengan RMSE 1.464, MAPE 45.50%, dan R^2 0.399 dimana sebagian besar gempa diprediksi terjadi pada zona 2 dan zona 3, yang menunjukkan kedalaman gempa cenderung dangkal hingga menengah pada 5 tahun mendatang. Hasil ini dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan ketahanan wilayah melalui pemetaan wilayah rawan gempa, serta perencanaan penguatan infrastruktur dan pengembangan sistem peringatan dini. Dengan demikian, model ini memiliki potensi besar untuk mendukung upaya mitigasi bencana dan memperkuat ketahanan wilayah di Provinsi Jawa Barat.

Kata kunci: Prediksi, Gempa Bumi, LSTM, ConvLSTM, Mitigasi Bencana.

ABSTRACT

EARTHQUAKE DISASTER PREDICTION IN WEST JAVA PROVINCE USING LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) METHOD FOR MITIGATION AND REGIONAL RESILIENCE

Earthquakes are a major natural disaster threat with the potential to cause severe damage to infrastructure and endanger public safety. The West Java Province located in an earthquake-prone region, requires an effective mitigation system to minimize the impact of such disasters. This study applies a quantitative approach using time series modeling methods to build an earthquake prediction model based on the Long Short-Term Memory (LSTM) and Convolutional LSTM (ConvLSTM) algorithms. LSTM is used to predict earthquake magnitude and depth, while ConvLSTM is employed to forecast the epicenter location in terms of latitude and longitude. The models are trained using historical earthquake data, including information on location, magnitude, and depth. The results show that the ConvLSTM model is capable of predicting 104 earthquake events over the next five years with an RMSE of 7.907, MAPE of 32.65%, and R^2 of 0.245. Meanwhile, the LSTM model for magnitude prediction yields an RMSE of 0.413, MAPE of 7.00%, and R^2 of 0.457, with predicted magnitudes ranging from 4.10 to 5.03 across all events within the five-year projection. The depth prediction using LSTM also shows significant results, with an RMSE of 1.464, MAPE of 45.50%, and R^2 of 0.399, indicating that most earthquakes are expected to occur in zones 2 and 3 corresponding to shallow to intermediate depths in the upcoming five years. These findings can be used to enhance public awareness and regional resilience through earthquake hazard mapping, infrastructure reinforcement planning, and the development of early warning systems. Therefore, the proposed model holds substantial potential to support disaster mitigation efforts and strengthen the regional resilience of West Java Province.

Keywords: Prediction, Earthquake, LSTM, ConvLSTM, Disaster Mitigation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 Bencana Alam	9
2.1.2 Gempa Bumi	10
2.1.3 Mitigasi Bencana	11
2.1.4 Ketahanan Wilayah	12
2.1.5 <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	13
2.1.6 <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM)	15
2.1.7 <i>Convolutional Long Short-Term Memory</i> (ConvLSTM)	18
2.1.8 Matriks Evaluasi	21
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	24
2.3 Kerangka Berpikir	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Metode dan Desain Penelitian	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3 Alat dan Bahan	30
3.4 Variabel Penelitian	31
3.5 Prosedur Penelitian	31
3.6 Metode Analisis	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Data Awal Penelitian	36
4.2 <i>Preprocessing</i>	40
4.2.1 Normalisasi Data.....	40
4.2.2 Pembentukan <i>Sequence Generation</i>	41
4.2.3 Pembagian Data Latih & Data Uji	42
4.2.4 Inisialisasi Parameter Model	43
4.3 Pengolahan Model ConvLSTM & LSTM	44
4.3.1 Pengolahan Model ConvLSTM untuk Lokasi Gempa	44
4.3.2 Pengolahan Model LSTM untuk Magnitudo.....	49
4.3.3 Pengolahan Model LSTM untuk Kedalaman	53
4.4 Proses Pelatihan Model ConvLSTM & LSTM	56
4.4.1 Proses Pelatihan Model ConvLSTM untuk Lokasi dan Kejadian Gempa	57
4.4.2 Proses Pelatihan Model LSTM untuk Magnitudo	59
4.4.3 Proses Pelatihan Model LSTM untuk Kedalaman	61
4.4 Evaluasi Model	64
4.5 Prediksi Kejadian Gempa Bumi di Jawa Barat	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tektonik Aktif Wilayah Indonesia	2
Gambar 2.1	Struktur RNN.....	14
Gambar 2.2	Struktur LSTM.....	15
Gambar 2.3	Struktur ConvLSTM.....	18
Gambar 2.4	Kerangka Berpikir.....	27
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian.....	31
Gambar 4.1	Jumlah Gempa per Tahun di Jawa Barat.....	37
Gambar 4.2	Peta Sebaran Gempa di Jawa Barat	38
Gambar 4.3	Magnitudo Gempa per Tahun di Jawa Barat.....	39
Gambar 4.4	Kedalaman Gempa per Tahun di Jawa Barat	39
Gambar 4.5	Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Jumlah Kejadian pada Data Uji	58
Gambar 4.6	Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Magnitudo pada Data Uji	61
Gambar 4.7	Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kedalaman pada Data Uji	63
Gambar 4.8	Prediksi Jumlah Kejadian Gempa 5 Tahun Mendatang di Jawa Barat	66
Gambar 4.9	Peta Prediksi Sebaran Gempa di Jawa Barat.....	68
Gambar 4.10	Peta Perbandingan Sebaran Gempa di Jawa Barat: Aktual & Prediksi.....	69
Gambar 4.11	Prediksi Magnitudo 5 Tahun Mendatang	70
Gambar 4.12	Prediksi Kedalaman 5 Tahun Mendatang	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori Range Nilai MAPE.....	22
Tabel 2.2	Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	29
Tabel 4.1	Data Awal Penelitian.....	36
Tabel 4.2	Normalisasi Dataset	40
Tabel 4.3	Struktur <i>Sequence Generation</i>	42
Tabel 4.4	Pembagian Data Latih & Data Uji	43
Tabel 4.5	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Sequence</i>	57
Tabel 4.6	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Max Epoch</i>	57
Tabel 4.7	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Batch Size</i>	58
Tabel 4.8	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Sequence</i>	59
Tabel 4.9	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Max Epoch</i>	60
Tabel 4.10	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Batch Size</i>	60
Tabel 4.11	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Sequence</i>	62
Tabel 4.12	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Max Epoch</i>	62
Tabel 4.13	Perpaduan Parameter Jumlah <i>Batch Size</i>	62
Tabel 4.14	Evaluasi Model	64
Tabel 4.15	Prediksi Jumlah Kejadian Gempa 5 Tahun Mendatang.....	67
Tabel 4.16	Prediksi Kejadian Gempa 5 Tahun Mendatang	72
Tabel 4.17	Gempa Aktual Tahun 2025 Sementara	76
Tabel 4.18	Prediksi Kejadian Gempa di Tahun 2025 yang Mendekati Data Aktual	76

DAFTAR SINGKATAN



USGS	: <i>United States Geological Survey</i>
PUSGEN	: Pusat Studi Gempa Nasional
LSTM	: <i>Long Sort-Term Memory</i>
ConvLSTM	: <i>Convolutional Long Sort-Term Memory</i>
M	: Magnitudo
RNN	: <i>Recurrent Neural Network</i>
ANN	: <i>Artificial Neural Network</i>
ARIMA	: <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
RMSE	: <i>Root Mean Squared Error</i>
MAPE	: <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
UU	: Undang-Undang
BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
BPS	: Badan Pusat Statistik