

Klasifikasi Model Decesion Tree untuk Deteksi Gempa Bumi dalam Sistem Peringatan

1st Shinta Renata Manurung
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

shirenmanurung@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Randy Erfa Saputra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

resaputra@telkomuniversity.ac.id

3rd Casi Setianingsih
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

setiacasie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Indonesia merupakan negara yang berada pada lempeng Australia, Lempeng Eurasia dan lempeng pasifik, sehingga di Indonesia terjadi banyak pergerakan lempeng tetonik dan vulkanik yang menyebabkan gempa bumi. Contoh kasus gempa bumi yang terjadi di Padang pariaman dan wilayah Sumatera Barat, Indonesia. Bencana gempa bumi ini terjadi sebesar 7.6 Skala Richter dan menelan korban lebih daripada 1200 orang.

Solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi, dapat dimonitoring dan terdapat perangkat peringatan untuk memberikan peringatan ketika terjadi adanya gempa bumi. *Earthquake Detector System* merupakan sistem pendeteksi maupun otomatisasi rumah pada bencana gempa bumi yang telah terjadi. Sistem ini dapat mengklasifikasi gempa berdasarkan kekuatan gempa dengan menggunakan algoritma *decesion tree* dengan kelas Normal, Gempa Tidak Merusak, dan Gempa Merusak.

Berdasarkan Implementasi algoritma *decesion tree* Proses prediksi klasifikasi gempa menggunakan algoritma *decesion tree* menghasilkan nilai akurasi sebesar 97% dengan nilai error sebesar 3% dan proses waktu untuk mengklasifikasi algoritma mulai dari memasukan variable sampai mendapatkan hasil klasifikasi dengan rata rata waktu yang di peroleh sebesar 00,00,59 ms pada percobaan sebanyak 30 kali dan pengujian model *decesion tree* data test : data train akurasi tertinggi 81,761% dengan data 30:70 .

Kata kunci— Algoritma, Decision tree, Perangkat Peringatan.

I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki tiga lempeng yang berada pada lempeng Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Selain itu Indonesia memiliki banyak gunung berapi sehingga Indonesia banyak pergerakan lempeng tetonik dan vulkanik[1]. Oleh karena itu di Indonesia sering terjadi bencana alam seperti gempa bumi. Pada Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Telah tercatat kejadian gempa bumi 62 kejadian pada tahun 2021 dengan korban jiwa mencapai 177 orang[2].

Contoh pada kasus gempa bumi yang terjadi di Padang Pariaman wilayah Sumatera Barat, Indonesia. Dengan kekuatan gempa bumi sebesar 7.6 Skala Richter yang memakan korban jiwa lebih dari 1200 orang dan ribuan rumah, bangunan infrastruktur mengalami kerusakan mulai kerusakan ringan sampai kerusakan yang berat akibat gempa bumi[3].

Pada permasalahan ini solusi untuk mengatasinya adalah diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi, dapat dimonitoring dan terdapat perangkat peringatan untuk memberikan peringatan ketika terjadi adanya gempa bumi. *Earthquake Detector System* merupakan sistem pendeteksi maupun otomatisasi rumah pada bencana gempa bumi yang telah terjadi. Sistem ini dapat mengklasifikasi gempa berdasarkan kekuatan gempa dengan menggunakan *algoritma decesion tree* dengan tiga kategori kelas yaitu Normal, Gempa Tidak Merusak, dan Gempa Merusak yang data nya di ambil di sumbu sensor *accelerometer* x,y dan z untuk di klasifikasikan

II. KAJIAN TEORI

A. Earthquake Detector System

Earthquake Detector System adalah solusi canggih yang dirancang khusus untuk deteksi gempa. Sistem ini menggunakan sensor *accelerometer* yaitu ADXL345 untuk mengukur perubahan nilai akselerasi dalam tiga sumbu yaitu x, y dan z. Data dari sensor ini kemudian diubah menjadi nilai Peak ground acceleration (PGA) selain itu sistem ini dilengkapi dengan perangkat peringatan yang terdapat pada relay yang berfungsi untuk memdamkan lampu atau aliran listrik serta buzzer sebagai bunyi peringatan gempa. Untuk mikrokontrolernya menggunakan Wemos D1 Mini yang dilengkapi dengan modul WIFI ESP8266.

B. Ector Application

Ector application merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk memonitoring sistem deteksi gempa. Aplikasi ini memiliki fitur untuk melihat cuaca terkini dan informasi gempa terkini dari BMKG. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur notifikasi yang akan memberikan peringatan kepada pemggunan saat terjadi gempa dan dapat menerima data deteksi gempa.

C. Firebase

Firebase adalah database untuk menyimpan data dan menyinkronkan data dari user secara realtime untuk data JSON. Sinkronisasi dilakukan bisa secara online ataupun offline[4].

hasil prediksi kelas atau kondisi. Kemudian data tersebut di validasi untuk memprediksi berapa akurat proses yang diklasifikasi. Data yang telah berhasil diklasifikasi, jika berada di kondisi 2, maka data di kirim ke firebase dan ditampilkan di android. Selain itu lampu akan padam dan buzzer berbunyi serta munculnya notifikasi pada aplikasi. Jika data yang telah berhasil diklasifikasi, jika berada di kondisi 1, maka data di kirim ke firebase dan ditampilkan di android.

3. Training Dataset

1	valuex	valuey	valuez	kondisi
2	0.75	0.50	11.69	Normal
3	1.19	1.25	11.75	Gempa Tidak Merusak
4	4.31	2.63	12.31	Gempa Tidak Merusak
5	1.13	0.69	11.56	Gempa Tidak Merusak
6	1.06	1.06	12.19	Gempa Tidak Merusak
7	0.00	0.94	13.19	Gempa Tidak Merusak
8	0.88	1.69	8.50	Gempa Tidak Merusak
9	1.75	1.31	11.06	Gempa Tidak Merusak
10	1.81	3.38	15.94	Gempa Tidak Merusak
11	0.88	2.50	12.31	Gempa Tidak Merusak
12	1.75	2.00	11.44	Gempa Tidak Merusak
13	1.50	2.25	12.44	Gempa Tidak Merusak
14	1.06	2.63	9.19	Gempa Tidak Merusak
15	0.25	2.50	14.69	Gempa Tidak Merusak
16	1.75	1.63	9.94	Gempa Tidak Merusak
17	4.56	3.88	10.88	Gempa Tidak Merusak
18	2.19	1.31	12.38	Gempa Tidak Merusak
19	2.94	2.81	11.50	Gempa Tidak Merusak
20	4.69	3.94	11.56	Gempa Tidak Merusak
21	3.69	2.75	10.81	Gempa Tidak Merusak
22	2.75	0.94	11.75	Gempa Tidak Merusak
23	6.00	4.88	12.00	Gempa Tidak Merusak
24	4.31	0.31	11.75	Gempa Tidak Merusak
25	14.63	8.75	13.81	Gempa Merusak
26	5.31	4.25	9.63	Gempa Merusak
27	7.94	7.88	13.31	Gempa Tidak Merusak

GAMBAR 3.3
Dataset Training

Training dataset digunakan untuk melatih (training) model atau label kelas dalam algoritma *decision tree*. Pada pengujian data training, data yang didapatkan dari pengujian sensor ADXL345 dengan mengambil data X, Y, dan Z. Total keseluruhan dari data training ini yaitu 526 data.

TABEL 3.1
Dataset Training

Parameter	Jumlah Data
Normal	33
Gempa Tidak Merusak	413
Gempa Merusak	80

Data yang telah didapatkan tersebut dikonversikan ke dalam nilai numerik. Hasil dari konversi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.4 Dataset Numerik

1	valuex	valuey	valuez	kondisi
2	0.75	0.50	11.69	0
3	1.19	1.25	11.75	1
4	4.31	2.63	12.31	1
5	1.13	0.69	11.56	1
6	1.06	1.06	12.19	1
7	0.00	0.94	13.19	1
8	0.88	1.69	8.50	1
9	1.75	1.31	11.06	1
10	1.81	3.38	15.94	1
11	0.88	2.50	12.31	1
12	1.75	2.00	11.44	1
13	1.50	2.25	12.44	1
14	1.06	2.63	9.19	1
15	0.25	2.50	14.69	1
16	1.75	1.63	9.94	1
17	4.56	3.88	10.88	1
18	2.19	1.31	12.38	1
19	2.94	2.81	11.50	1
20	4.69	3.94	11.56	1
21	3.69	2.75	10.81	1
22	2.75	0.94	11.75	1
23	6.00	4.88	12.00	1
24	4.31	0.31	11.75	1
25	14.63	8.75	13.81	2
26	5.31	4.25	9.63	2
27	7.94	7.88	13.31	1

GAMBAR 3.4
Dataset Numerik

Data training yang telah dikonversikan memiliki 3 kondisi, yaitu normal, gempa tidak merusak, dan gempa merusak. Kondisi ini merupakan class yang akan mengklasifikasikan hasil dari 3 sumbu x,y dan z pada sensor ADXL345 tersebut untuk mengetahui apakah gempa yang dihasilkan merupakan gempa yang normal, gempa tidak merusak, gempa merusak.

TABEL 3.2
Konversi Kondisi ke Kelas

Kondisi	Class
Normal	0
Gempa Tidak Merusak	1
Gempa Merusak	2

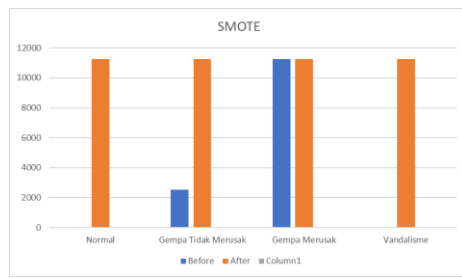
4. SMOTE

SMOTE digunakan untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas dalam klasifikasi data. Tujuan dari SMOTE ini bertujuan untuk menghasilkan hasil sampel data yang seimbang. Berdasarkan dari hasil SMOTE yang dilakukan, sample jumlah data untuk diseimbangkan yaitu sebanyak 413 data. Data yang didapatkan sebelumnya yaitu data normal sebanyak 33 data, data gempa tidak merusak sebanyak 413 data, data gempa merusak sebanyak 80 data. Data yang telah masuk pada proses ini akan dibuat menjadi 413 data pada masing-masing kondisi

TABEL 3.3
SMOTE

Kondisi	Before	After
Normal	33	413
Gempa Tidak Merusak	413	413
Gempa merusak	80	413
Jumlah data	526	1239

Dari tabel 4.6 perbandingan antara datasheet sebelum dilakukan teknik oversampling (SMOTE) dan setelah dilakukan teknik oversampling tersebut menunjukkan perbaikan yang signifikan dalam kualitas data. Penerapan SMOTE secara efektif berhasil mengatasi ketidakseimbangan kelas dalam dataset, dengan menambahkan contoh-contoh sintetis pada kelas minoritas. Hal ini menghasilkan distribusi data yang lebih seimbang antara ketiga kelas, serta meningkatkan performa dan akurasi model yang dikembangkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknik SMOTE telah berhasil meningkatkan kemampuan prediksi dan keandalan model berdasarkan hasil perbandingan data sebelum dan setelah penerapan teknik ini. Pada proses SMOTE data menjadi seimbang dan data tersebut sebanyak 1239 data, dengan masing-masing kondisi sebanyak 413 data.



GAMBAR 3. 5
Grafik SMOTE Before After

B. Rancangan Penelitian

1. Langkah Pengujian Sistem

Pengujian 1 – Pengujian Klasifikasi Gempa dan Perangkat Peringatan Adapun langkah – langkah pengujian yang dilakukan untuk memverivikasi cara kerja klasifikasi gempa dan alat peringatan, yaitu sebagai berikut :

- Menyalakan alat dengan memberikan getaran seperti kekuatan gempa dan mendapatkan datanya dan dikirim ke firebase.
- Selanjutnya mengumpulkan data getaran atau disebut juga dataset tujuannya untuk menunjukkan kategori atau keadaan yang berbeda, dengan kategori “Normal”, “Gempa Tidak Merusak”, ”Gempa Merusak” untuk di training.
- Selanjutnya Bagi data menjadi set pelatihan dan set pengujian: Setelah data dilabelin, pisahkan data menjadi dua set : set pelatihan dan set pengujian. Set pelatihan digunakan untuk melatih model klasifikasi, sedangkan set pengujian akan digunakan untuk menguji kinerja model yang sudah dilatih.
- Selanjutnya mengklasifikasi getaran gempa menggunakan decesion tree yang dapat mengkategorikan besaran kekuatan getaran gempa.
- Selanjutnya jika data yang masuk sudah di klasifikasi maka masuk ke firebase dan di kirim ke alat dan aplikasi, jika data sama dengan 2 maka sistem dapat memberi peringatan berupa memadamkan lampu dan buzzer berbunyi serta menampilkan notifikasi pada aplikasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Validasi

Dalam menguji validasi data dilakukan pengambilan 30 data sampel yang akan di olah oleh model algoritma decesion tree dan dibandingkan dengan table kondisi yang ada pada dataset untuk menghitung nilai error rate data dalam pengolahan datanya. Pada pengujian ini menggunakan sumbu x, y, dan z pada sensor adxl345 dan di klasifikasi berdasarkan besaran gempa.

TABEL 4. 1
Pengujian Validasi

Uji	Variable (GAL)			Prediksi	Hasil (Benar)	Keterangan
	X	Y	Z			
1.	4.56	3.88	10.88	1	1	Benar
2.	14.63	8.75	13.81	2	2	Benar
3.	3.63	2.75	11.38	0	0	Benar
4.	7.94	7.88	13.31	1	1	Benar
5.	5.38	6.06	9.94	1	1	Benar

Uji	Variable (GAL)			Prediksi	Hasil (Benar)	Keterangan
	X	Y	Z			
6.	4.31	0.31	11.75	1	1	Benar
7.	3.50	0.50	10.44	1	1	Benar
8.	3.63	2.75	11.38	0	0	Benar
9.	7.88	2.81	10.63	1	1	Benar
10.	1.44	0.44	8.13	1	1	Benar
11.	0.88	0.88	11.44	1	0	Salah
12.	0.88	0.88	11.50	1	1	Benar
13.	7.69	2.50	11.25	1	1	Benar
14.	4.81	0.56	9.44	1	1	Benar
15.	1.44	7.88	6.88	1	1	Benar
16.	1.44	0.75	1.88	2	2	Benar
17.	0.06	0.50	11.75	2	2	Benar
18.	1.31	1.50	10.00	2	2	Benar
19.	0.75	1.25	12.25	2	2	Benar
20.	1.88	4.06	12.56	0	0	Benar
21.	5.13	3.44	9.56	1	1	Benar
22.	1.63	5.81	7.81	1	1	Benar
23.	3.13	3.44	10.81	1	1	Benar
24.	2.06	3.69	11.19	1	1	Benar
25.	3.38	3.50	11.19	0	0	Benar
26.	3.00	3.25	11.63	1	1	Benar
27.	4.25	3.00	10.31	1	1	Benar
28.	4.00	2.94	11.38	1	1	Benar
29.	1.31	0.69	19.56	2	2	Benar
30.	3.38	3.50	11.19	0	0	Benar

Dari hasil akumulasi sebanyak 30 kali pengujian untuk valisdasi maka dapat di peroleh nilai errornya sebagai berikut:

$$\text{Error Rate} = \frac{\sum \text{Data Error}}{\sum \text{Percobaan}} \times 100\%$$

$$\text{Error Rate} = \frac{1}{30} \times 100\%$$

$$\text{Error Rate} = 3\%$$

B. Pengujian Waktu Algoritma

Pengujian waktu proses algoritma dilakukan untuk mengetahui estimasi waktu yang dibutuhkan ketika melakukan klasifikasi menggunakan algoritma Decesion Tree. Waktu yang dihitung mulai dari masukan nilai variable, pengujian algoritma, sampai mendapatkan hasil output berupa hasil klasifikasi algoritma.

TABEL 4. 2
Pengujian Waktu Algoritma

Pengujian Ke -	Waktu (s)
1.	00.00.00.56
2.	00.00.00.65
3.	00.00.00.52
4.	00.00.00.51
5.	00.00.00.62
6.	00.00.00.57
7.	00.00.00.54
8.	00.00.00.51
9.	00.00.00.55
10.	00.00.00.67

Pengujian Ke -	Waktu (s)
11.	00.00.00.49
12.	00.00.00.52
13.	00.00.00.54
14.	00.00.00.51
15.	00.00.00.53
16.	00.00.00.58
17.	00.00.00.57
18.	00.00.00.64
19.	00.00.00.69
20.	00.00.00.59
21.	00.00.00.55
22.	00.00.00.54
23.	00.00.00.51
24.	00.00.00.78
25.	00.00.00.69
26.	00.00.00.74
27.	00.00.00.68
28.	00.00.00.61
29.	00.00.00.65
30.	00.00.00.72

Hasil akumulasi sebanyak 30 kali pengujian waktu algoritma untuk mengklasifikasi gempa mulai dari memasukan variable sampai mengeluarkan hasil klasifikasi pada algoritma.

$$\text{Rata - rata durasi} = \frac{\sum \text{durasi}}{30} = \frac{00.17.83}{30}$$

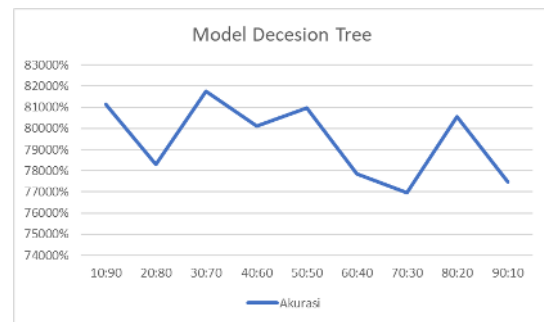
$$\text{Rata rata durasi} = 00,00,59 \text{ ms}$$

C. Pengujian Model *Decision tree*

Pengujian model dilakukan dengan mengubah model variable dari perbandingan data test dan data latih juga pohon pada algoritma sehingga dapat akurasi tertinggi/ $N_{\text{tree}} = 526$.

TABEL 4. 3
Model Decesion Tree

Percobaan	Test:Train	Akurasi
1.	10:90	81,132%
2.	20:80	78,301 %
3.	30:70	81,761 %
4.	40:60	80,188 %
5.	50:50	80,988 %
6.	60:40	77,848 %
7.	70:30	76,964 %
8.	80:20	80,568 %
9.	90:10	77,473 %



GAMBAR 4. 1
Grafik Test : Train

Dari data rekapitulasi dapat disimpulkan bahwa performa algoritma decesion tree dengan perbandingan data test : data train pada data 30:70 dengan akurasi tertinggi adalah 81,761% .

D. Perangkat Peringatan

Perangkat peringatan buzzer berbunyi dan lampu menyala untuk memastikan bahwa perangkat tersebut dapat memberikan peringatan pada saat gempa bumi. Pada saat kondisi di kelas 2 dan 3, algoritma akan mengirimkan perintah command (cmd) untuk menginformasikan ke alat bahwa gempa tersebut dapat merusak sehingga lampu mati dan buzzer nyala. Sedangkan saat kondisi di kelas 0 dan 1, algoritma akan mengirimkan command (cmd) untuk menginformasikan alat bahwa gempa tersebut tidak merusak sehingga lampu tetap nyala dan buzzer mati. Kondisi di atas terdapat pada tabel .

TABEL 4. 4
Perangkat Peringatan

Comman d (cmd)	Clas s	PGA	Keterangan Kondisi	Buzze r	Lamp u
0	0	0	Normal	Mati	Nyala
1	1	1-88	Tidak Merusak	Mati	Nyala
2	2	>89	Merusak	Nyala	Mati
3	3	>896 4	Vandalism e	Nyala	Mati

Pengujian waktu untuk perangkat peringatan yang dilakukan untuk mengetahui estimasi waktu yang dibutuhkan ketika hasil gempa sampai ke perangkat peringatan. Waktu yang dihitung mulai dari klasifikasi gempa di algoritma sampai ke output diperangkat peringatan.

TABEL 4. 5
Pengujian Perangkat Peringatan

Uji Ke-	PGA (gall)	Kondisi	Respon Time		Durasi (s)	Lampu	Buzzer	Ket.
			Data Ter kirim	Data Diterima				
1	91	Gempa Merusak	15:18:00	15:18:4	00.00.04	Nyala	Mati	Sesuai
2	144	Gempa Merusak	15:20:07	15:20:12	00.00.05	Padam	Bunyi	Sesuai
3	137	Gempa Merusak	15:24:22	15:24:32	00.00.10	Padam	Bunyi	Sesuai
4	126	Gempa Merusak	15:26:40	15:26:45	00.00.05	Padam	Bunyi	Sesuai
5	102	Gempa Merusak	15:28:48	15:28:51	00.00.03	Padam	Bunyi	Sesuai
6	119	Gempa Merusak	15:33:01	15:33:6	00.00.05	Padam	Bunyi	Sesuai
7	117	Gempa Merusak	16:21:16	16:21:22	00.00.06	Padam	Bunyi	Sesuai

Uji Ke-	PGA (gall)	Kondisi	Respon Time		Durasi (s)	Lampu	Buzzer	Ket.
			Data Terkirim	Data Diterima				
8	127	Gempa Merusak	16:26:29	16:26:32	00.00.03	Padam	Bunyi	Sesuai
9	98	Gempa Merusak	16:31:20	16:31:28	00.00.08	Padam	Bunyi	Sesuai
10	132	Gempa Merusak	16:37:4	16:37:11	00.00.06	Padam	Bunyi	Sesuai

Pada pengujian waktu untuk peringatan perangkat keras dengan 10 kali percobaan maka hasil rata rata waktu yang diperoleh adalah:

$$\text{Rata Rata durasi} = \frac{\Sigma \text{Durasi}}{\text{Banyak Data}}$$

$$\text{Rata Rata durasi} = \frac{00.00.55}{10} = 00.00.05s$$

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengujian ini, yaitu : Proses prediksi klasifikasi gempa menggunakan algoritma decision tree menghasilkan nilai akurasi sebesar 97% dengan nilai error sebesar 3% dalam pengujian validasi algoritma decision tree dan proses waktu untuk mengklasifikasi algoritma mulai dari memasukkan variable sampai mendapatkan hasil klasifikasi dengan rata rata waktu yang di peroleh sebesar 00,00,59 ms pada percobaan sebanyak 30 kali dan pengujian model decision tree data test : data train akurasi tertinggi 81,761% dengan data 30:70 .

REFERENSI

- [1] H. Hadi, S. Agustina, and A. Subhani, "Penguatan Kesiapsiagaan Stakeholder dalam Pengurangan Risiko Bencana Alam Gempabumi," *Geodika J. Kaji. Ilmu dan Pendidik. Geogr.*, vol. 3, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.29408/geodika.v3i1.1476.
- [2] B. N. P. B. (BNPB), "Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI)," *Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)*, 2021. <https://dibi.bnpb.go.id/> (accessed Nov. 12, 2022).
- [3] Widyaiswara Madya, "Kesiapsiagaan Individu Terhadap Bencana Gempa Bumi di Lingkungan Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika," *J. BMKG*, vol. 3, no. 2, pp. 22–31, 2021, [Online]. Available: <https://e-journal.pusdiklat.bmkg.go.id/index.php/climago/article/view/36%0Ahttps://e-journal.pusdiklat.bmkg.go.id/index.php/climago/article/download/36/28>.
- [4] A. Datumaya, W. Sumari, S. Purwo Nugroho, and T. N. Addin, *Pengurangan Risiko Bencana Gempa Bumi-Tsunami Di Pangkalan Tni Au Padang Akibat Megathrust Mentawai Disaster Risk Reduction of Tsunami Earthquake in Indonesian Air Force Base of Padang As a Result of Mentawai Megathrust*, vol. 6, no. 1. 2016.
- [5] A. Haviz Fajri, M. Ary Murti, and R. Ardianto Priramadhi, "Perancangan Alat Peringatan Dini Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Sensor Getar Omron D7S," *Telkom Univ.*, pp. 1–8, 2021.
- [6] C. K. Ardhi, M. A. Murti, and R. Nugraha, "Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Sensor Getar (Design of Earthquake Sensor System Using Accelerometer and Vibrace Sensor)," *J. Teknol. Dan Pendidik.*, vol. 5, no. 3, pp. 4019–4027, 2018.
- [7] A. R. H. Hussein, "Internet of Things (IOT): Research challenges and future applications," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 6, pp. 77–82, 2019, doi: 10.14569/ijacsa.2019.0100611.
- [8] D. N. Rohmat, M. I. Arsyad, and E. Kurniawan, "Analisis Biaya Perancangan Alat Ukur Getaran Menggunakan Sensor ADXL345 Berbasis Matlab," *J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 15–19, 2022.
- [9] R. Kurniawati and M. A. Murti, "Studi Literatur Penggunaan Sensor untuk Sistem Deteksi Gempa," *Proc. Ser. Phys. Form. Sci.*, vol. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.30595/pspfs.v1i.126.
- [10] M. Fauzi and Mussadun, "Dampak Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami Di Kawasan Pesisir Lere," *J. Pembang. Wil. dan Kota*, vol. 17, no. 1, pp. 16–24, 2021.
- [11] C. Mishra and D. L. Gupta, "Deep Machine Learning and Neural Networks: An Overview," *IAES Int. J. Artif. Intell.*, vol. 6, no. 2, p. 66, 2017, doi: 10.11591/ijai.v6.i2.pp66-73.
- [12] A. Y. Saleh and L. K. Xian, "Stress Classification using Deep Learning with 1D Convolutional Neural Networks," *Knowl. Eng. Data Sci.*, vol. 4, no. 2, p. 145, 2021, doi: 10.17977/um018v4i22021p145-152.
- [13] N. Narvekar, "Distinguishing Earthquakes and Noise Using Random Forest Algorithm," 2018.
- [14] A. Jefiza, "Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis Sensor Gyroscope Dan Sensor Accelerometer," *Sist. Pendeteksi Jatuh Berbas. Sens. Gyroscope Dan Sens. Accelerom.*, vol. 87, p. 111, 2017.
- [15] D. Putri, P. Rais, and E. B. Setiawan, "an Application Development Based on Android for Traveling Recommendation To Natural Tourism in Timor Island - Ntt," 2018.
- [16] H. Puspasari and W. Puspita, "Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Tingkat Pengetahuan dan Sikap Mahasiswa terhadap Pemilihan Suplemen Kesehatan dalam Menghadapi Covid-19," *J. Kesehat.*, vol. 13, no. 1, p. 65, 2022, doi: 10.26630/jk.v13i1.2814.