

PEMETAAN KERENTANAN TANAH LONGSOR DI KABUPATEN BANDUNG BARAT MENGGUNAKAN ALGORITMA RANDOM FOREST BERBASIS GOOGLE EARTH ENGINE

GHIAST AZRU MAULIDAN SUTIA RAHAYU¹, DEWI KANIA SARI²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung

2. Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : ghiast.azru@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Tanah longsor merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, termasuk di Kabupaten Bandung Barat yang memiliki topografi perbukitan, curah hujan tinggi, dan tekanan penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan memetakan kerentanan tanah longsor menggunakan algoritma Random Forest berbasis Google Earth Engine. Data yang digunakan meliputi citra Sentinel-2A, peta geologi, jenis tanah, penggunaan lahan, DEM, curah hujan, serta data historis kejadian longsor. Model Random Forest dilatih menggunakan data longsor dan non-longsor, kemudian dilakukan klasifikasi menjadi lima kelas kerentanan dengan metode Natural Breaks. Hasil penelitian menunjukkan kelas kerentanan sangat rendah sebesar 20,88%, rendah 28,40%, sedang 24,44%, tinggi 16,40%, dan sangat tinggi 9,88%. Evaluasi menghasilkan akurasi 80% dan validasi lapangan menunjukkan kesesuaian 78,33%. Variabel paling berpengaruh adalah kerapatan vegetasi, curah hujan, dan kemiringan lereng. Penelitian ini menegaskan bahwa Random Forest efektif dalam memetakan kerentanan tanah longsor dan dapat menjadi acuan mitigasi bencana di Kabupaten Bandung Barat.

Kata kunci: tanah longsor, Random Forest, Google Earth Engine, Kabupaten Bandung Barat

1. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan fenomena yang terjadi akibat terganggunya kestabilan tanah maupun batuan penyusun lereng. Faktor yang memengaruhi kestabilan lereng meliputi kondisi morfologi (terutama kemiringan lereng), karakteristik batuan atau tanah penyusunnya, serta aspek hidrologi pada lereng (Faizana dkk., 2015). Di Indonesia, tanah longsor termasuk bencana yang sering terjadi dan menimbulkan kerugian, baik material maupun nonmaterial. Berdasarkan catatan, terjadi sebanyak 1.681 kejadian bencana alam dengan korban jiwa sebanyak 259 orang, dan sebagian besar di antaranya disebabkan oleh tanah longsor (Nugroho, 2016). Tanah longsor dapat dibedakan menjadi longsor dangkal maupun longsor dalam. Longsor dangkal biasanya terjadi pada kedalaman 2–3 meter akibat lapisan tanah yang tidak stabil (Damanik, 2012). Secara umum, penyebab tanah longsor dibagi menjadi dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam mencakup kemiringan lereng curam lebih dari 40° serta terganggunya kestabilan tanah akibat pergerakan material tanah dan batuan menuruni lereng (Fatiatun dkk., 2019). Ancaman bencana tanah longsor semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan infrastruktur yang menempati kawasan rawan longsor (Saha dkk., 2002).

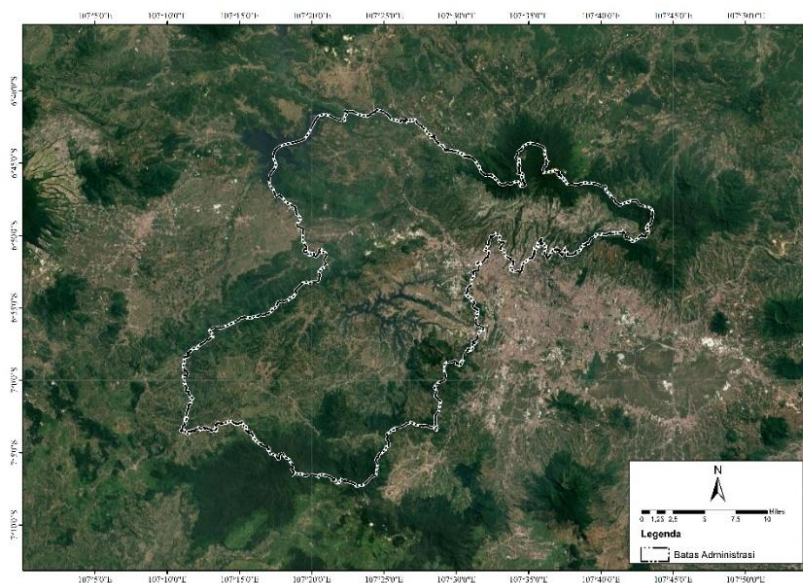
Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat, memiliki potensi tinggi terhadap kejadian tanah longsor karena kondisi topografi yang didominasi wilayah perbukitan dan pegunungan. Pertambahan jumlah penduduk juga mendorong pemanfaatan lahan di daerah rawan longsor sebagai permukiman (Faadhilah & Nugroho, 2024). Berdasarkan data, rata-rata terdapat sekitar 67 kejadian longsor setiap tahun. Kondisi topografi terjal dan intensitas curah hujan yang tinggi menjadikan wilayah ini termasuk zona merah rawan longsor (Hardianto dkk., 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis *machine learning* banyak digunakan dalam pemetaan kerentanan tanah longsor. Selain itu, penelitian di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur, menunjukkan bahwa algoritma Random Forest memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dalam mengidentifikasi daerah rawan longsor dibandingkan metode lain (Setyawardhana dkk., 2025). Hal ini memperkuat potensi penerapan *machine learning* dalam pemetaan kerentanan tanah longsor di wilayah dengan tingkat risiko tinggi, seperti Kabupaten Bandung Barat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan kerawanan longsor di Kabupaten Bandung Barat menggunakan metode Random Forest, serta mengetahui akurasi dan kinerja metode Random Forest dalam menentukan kerentanan tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi penelitian pemetaan daerah rawan bencana longsor ini dilakukan di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Peta wilayah administratif Kabupaten Bandung Barat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

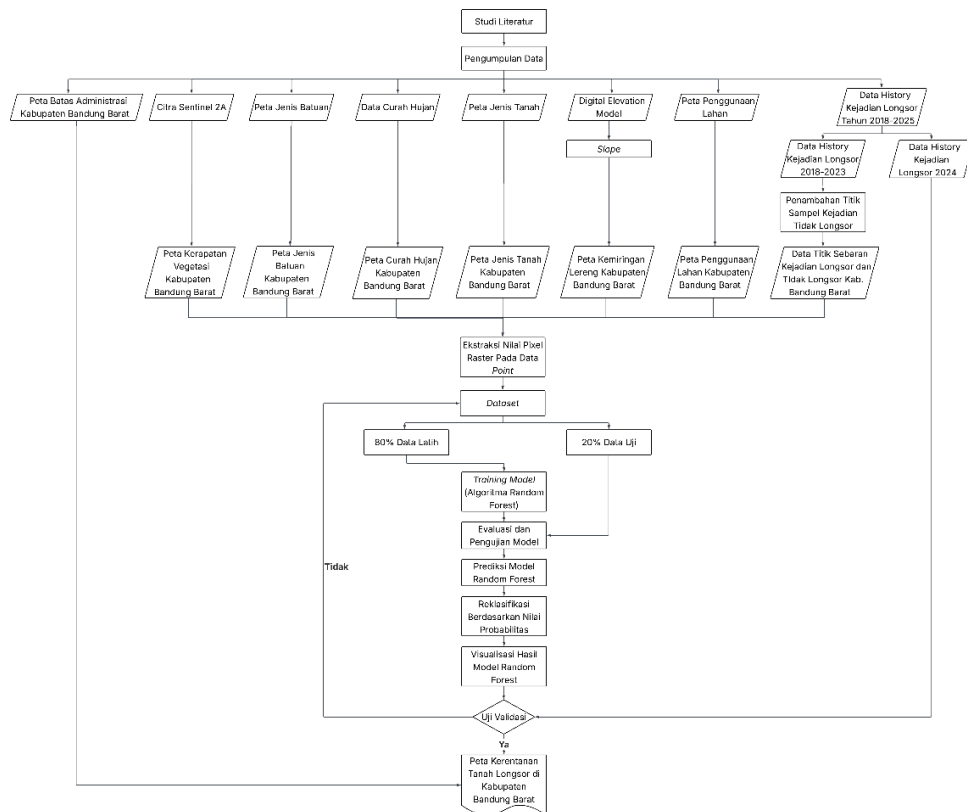
Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

No.	Jenis Data	Format	Sumber	Tahun
1.	Peta Batas Administrasi Daerah Kabupaten Bandung Barat Skala 1:25.000	SHP	BIG	2024
2.	Citra Sentinel 2A Daerah Kabupaten Bandung Barat	TIFF	Google Earth Engine	2024
3.	Peta Jenis Batuan Skala 1:25.000	TIFF	Pusat Survei Geologi	2010
4.	Peta Jenis Tanah Skala 1:25.000	TIFF	Pusat Survei Geologi	2010
5.	DEM	TIFF	BIG	2025
6.	Peta Penggunaan Lahan Skala 1:25.000	TIFF	BAPPEDA	2024
7.	Data Curah Hujan Skala 1:25.000	TIFF	Chirps	2024
8.	Data Historis Kejadian Longsor	Tabular	BPBD Kabupaten Bandung Barat	2018-2025

2.2 Diagram Penelitian

Berikut adalah diagram penelitian dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 2.



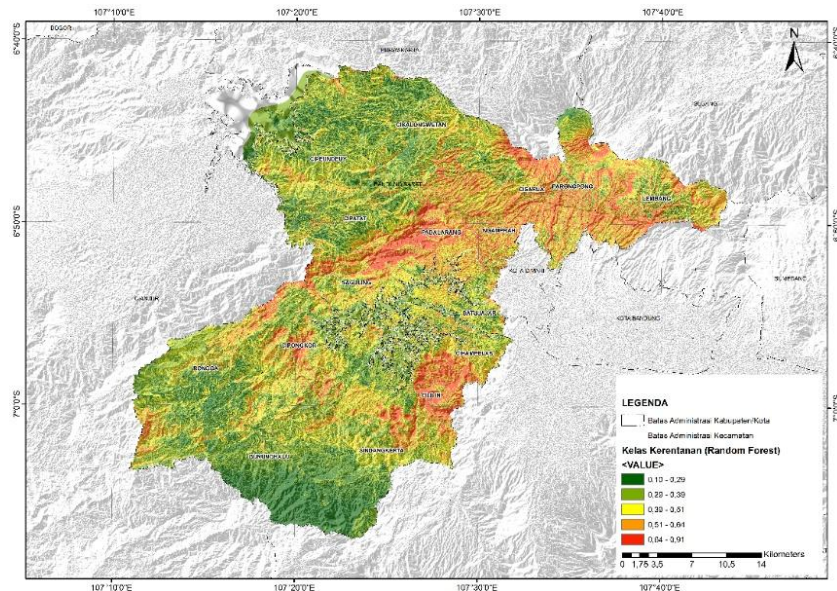
Gambar 2. Diagram Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Klasifikasi Kerentanan Tanah Longsor

Klasifikasi kerentanan tanah longsor dalam penelitian ini merujuk pada klasifikasi yang dikemukakan oleh Polykretis (2015). Klasifikasi tersebut menggunakan metode *Natural Breaks*

yang membagi kerentanan ke dalam lima kategori, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Visualisasi hasil klasifikasi Potensi Bencana Tanah Longsor dengan menggunakan algoritma Random Forest dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi hasil klasifikasi Potensi Bencana Tanah Longsor

Berikut adalah klasifikasi kerentanan tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat metode Random Forest beserta luasannya yang ditunjukkan pada Tabel 2.

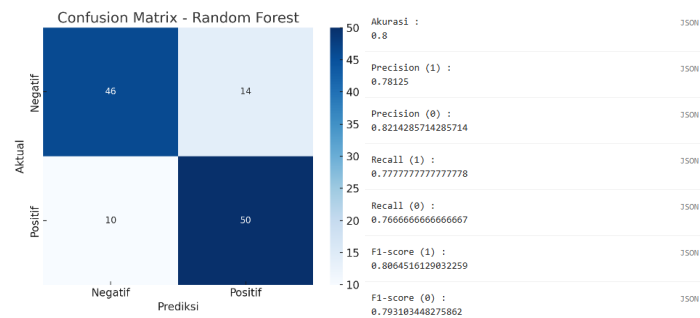
Tabel 2. Klasifikasi Kerentanan Tanah Longsor beserta Luasannya

No.	Klasifikasi Kerentanan Tanah Longsor	Luasan (Ha)	Persentase Luasan (%)
1	0,10 - 0,29 (Sangat Rendah)	26.979,90	20,88
2	0,29 - 0,39 (Rendah)	36.704,61	28,40
3	0,39 - 0,51 (Sedang)	31.590,37	24,44
4	0,51 - 0,64 (Tinggi)	21.190,44	16,40
5	0,64 - 0,91 (Sangat Tinggi)	12.762,36	9,88
Jumlah		129.227,68	100

Pada Tabel 4.1 menyajikan hasil klasifikasi tingkat kerentanan tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat menggunakan metode Random Forest. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa klasifikasi kerentanan sangat rendah memiliki persentase luasan sebesar 20,88%, kategori rendah sebesar 28,40%, kategori sedang sebesar 24,44%, kategori tinggi sebesar 16,40%, dan kategori sangat tinggi sebesar 9,88% dari total luas wilayah Kabupaten Bandung Barat.

3.2 Evaluasi Model

Evaluasi model menggunakan *confusion matrix*, yang selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* dari model yang telah diuji ditunjukkan pada Gambar 4.

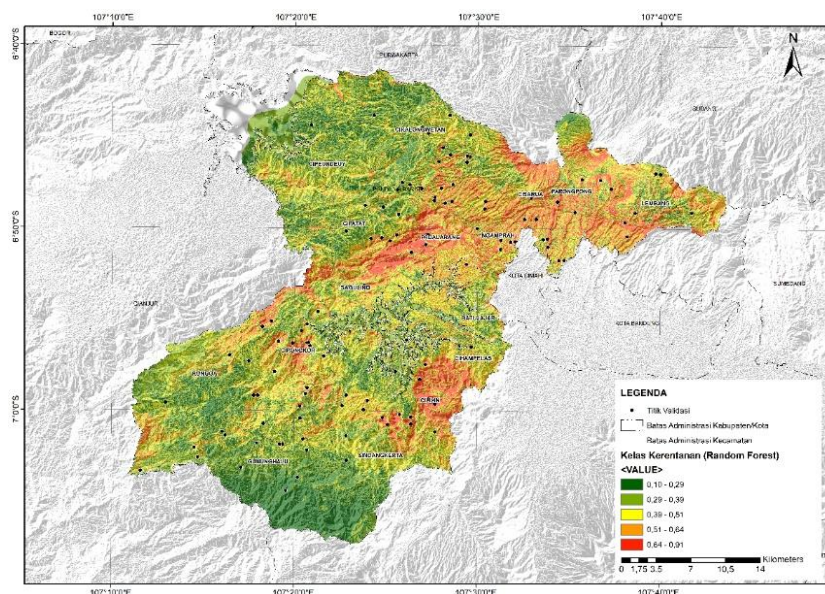


Gambar 4 Confusion Matrix dan Classification Report

Confusion matrix menggambarkan kinerja suatu model atau algoritma secara lebih rinci. Pada matriks ini, setiap baris merepresentasikan kelas sebenarnya dari data, sedangkan setiap kolom menunjukkan kelas hasil prediksi (Sari & Saputro, 2022). Akurasi sebesar 80% menunjukkan bahwa 80% dari total titik uji berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kinerja klasifikasi yang baik. *Precision* untuk kelas longsor sebesar 78.12% menunjukkan bahwa dari semua titik yang diprediksi sebagai longsor oleh model, sekitar 78% benar-benar merupakan titik longsor. Sementara itu, *recall* untuk kelas longsor mencapai 83.33%, yang berarti model mampu mendeteksi sekitar 83% dari semua kejadian longsor yang sebenarnya. *F1-score* untuk kelas longsor adalah 80,64%, yang merepresentasikan keseimbangan antara *precision* dan *recall*. Nilai *F1-score* yang relatif tinggi menunjukkan bahwa model memiliki performa yang stabil dalam mendeteksi longsor dengan tingkat kesalahan positif dan negatif yang seimbang.

3.3 Uji Validasi

Uji validasi ini membandingkan hasil pemodelan dengan data historis kejadian bencana tanah longsor tahun 2024 di Kabupaten Bandung Barat. Hasil validasi klasifikasi kerentanan tanah longsor metode Random Forest ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Visualisasi Hasil Validasi

Tabel 3 Hasil Validasi Klasifikasi Metode Random Forest

Validasi	Klasifikasi Kerentanan Tanah Longsor				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Titik Longsor	7	19	29	32	33

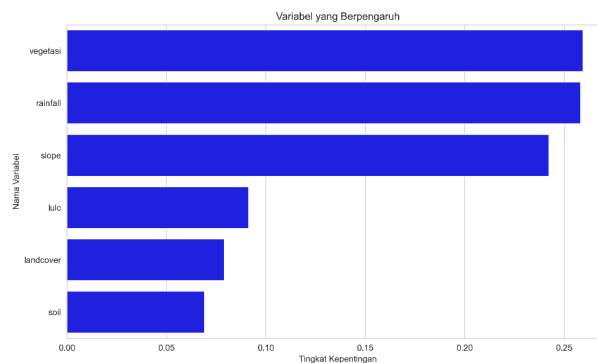
Tabel 3 menunjukkan hasil dari validasi data kejadian longsor 2024. Dari 120 titik longsor ini diketahui 94 titik tervalidasi berada pada kerentanan sedang sampai tinggi dan 26 titik validasi berada pada kerentanan sangat rendah dan rendah. Dari penentuan titik validasi tersebut dapat dilakukan perhitungan uji akurasi dengan rumus :

$$\text{Akurasi Keseluruhan} = \frac{\text{Jumlah titik validasi benar}}{\text{Total titik validasi}} \times 100\% = \frac{94}{120} \times 100\% = 78,33\%$$

Dengan akurasi keseluruhan sebesar 78,33% antara hasil pemodelan dan uji validasi yang dilakukan, dapat diinterpretasikan bahwa sekitar 78,33% prediksi klasifikasi kerentanan tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat menggunakan metode Random Forest sesuai dengan data validasi yang digunakan. Ini menunjukkan bahwa hasil evaluasi pemodelan *machine learning* dan data validasi memiliki informasi yang cukup akurat tentang klasifikasi kerentanan tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat.

3.4 Variabel Paling Berpengaruh Terjadinya Tanah Longsor

Nilai *feature importance* diperoleh dengan menggunakan fungsi *.explain()* pada model *Random Forest* yang telah dilatih. Fungsi tersebut menghasilkan informasi mengenai tingkat kepentingan setiap variabel dalam proses klasifikasi. Nilai *importance* yang diperoleh kemudian dijumlahkan untuk menghitung total kontribusi semua variabel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Feature Importance

Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan nilai *feature importance* dari setiap variabel tanah longsor. variabel yang paling berpengaruh terhadap klasifikasi kerentanan tanah longsor adalah kerapatan vegetasi dengan nilai 0,259. Nilai *importance* yang dihasilkan dari model Random Forest menunjukkan bahwa curah hujan, vegetasi, dan kemiringan lereng merupakan variabel yang paling berpengaruh dalam menentukan tingkat kerentanan terhadap tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Model Random Forest menghasilkan peta kerentanan tanah longsor dengan lima kelas, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Klasifikasi dilakukan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)*, dengan nilai ambang (*break values*). Kecamatan Padalarang, Ngamprah, Cisarua dan Lembang merupakan wilayah dengan kelas kerentanan tinggi dan sangat tinggi paling luas. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Random Forest mampu melakukan klasifikasi kerentanan longsor dengan akurasi yang baik di Wilayah Kabupaten Bandung Barat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kedua orang tua, rekan-rekan, dan seluruh pihak yang telah membantu penulis selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanik, M. R. (2012). Pemetaan Tingkat Risiko Banjir dan Longsor Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi*, 29-42.
- Faadhilah, A., & Nugroho, H. (2024). Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Bandung Barat menggunakan Metode Machine Learning dengan Teknik SVM. *Rekayasa Hijau : Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* 8.2, 185-199.
- Faizana, F., Nugraha, A. L., & Yuwono, B. D. (2015). Pemetaan Risiko bencana Tanah Longsor. *Jurnal Geodesi Undip*, 223-234.
- Fatiatun, F., Firdaus, F., Jumini, S., & Adi, N. P. (2019). Analisis bencana tanah longsor serta mitigasinya. *Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 5(2):134.
- Hardianto, A., Winardi, D., Rusdiana, D. D., Putri, A. C. E., Ananda, F., Djarwoatmodjo, F. S., ... & Gustav, F. (2020). Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS) Vol 1 No 1*, 23-31.
- Nugroho, S. P. (2016). *Evaluasi Penanggulangan Bencana 2015 dan Prediksi*. Jakarta: BNPB.
- Polykretis, C., Ferentinou, M., & Chalkias, C. (2015). A comparative study of landslide susceptibility mapping using landslide susceptibility index and artificial neural networks in the Krios River and Krathis River catchments (northern Peloponnesus, Greece). *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 74, 27-45.
- Saha, A. K., Gupta, R. P., & Arora, M. K. (2002). GIS-based Landslide Hazard Zonation in The Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas. *International Journal of Remote Sensing*, 357-369.
- Setyawardhana, C. Y., Purnomo, W., & Rusydi, A. N. (2025). Perbandingan Model Machine Learning Untuk Prediksi Bencana Tanah Longsor Secara Spasial Di Kabupaten Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(2).
- Saputro, I. W., & Sari, B. W. (2022). Uji Performa Algoritma Naïve Bayes untuk Prediksi Masa Studi Mahasiswa . *Citec Journal*, Vol. 6, No. 1.