

# KLASIFIKASI STATUS ERUPSI GUNUNG BERAPI DENGAN MENGGUNAKAN ANALISA TEMPLATE MATCHING DAN ALGORITMA KNN

Fridy Mandita<sup>1, \*</sup>, Lintang Ragadanu Arizona<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Informatika Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jln. Semolawaru No. 45 Surabaya 60118 INDONESIA

---

## Abstrak

Salah satu jenis bencana geologis yang kerap ada dinegara Indonesia adalah erupsi gunung vulkanik. Karena Indonesia punya ratusan gunung yang aktif dengan tipe erupsi dan status yang berbeda-beda, negara ini dianggap sebagai pulau dengan jumlah kepulauan berapi aktif paling banyak di alam dunia. Meski seismograf digunakan untuk mencatat aktivitas gunung berapi, alat tersebut masih belum dapat mengklasifikasikan jenis tipe gempa dan status erupsi gunung berapi. Untuk mengatasi hal ini, peneliti mengusulkan penggunaan *Machine Learning* dalam mengklasifikasikan status erupsi gunung berapi. *Machine Learning* adalah salah satu cabang *Artificial Intelligence* (AI) yang memudahkan kinerja manusia. Terdapat tujuh cabang AI, termasuk *machine learning* Dalam penelitian ini, digunakan metode *Machine Learning* berupa *Template Matching* dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk mengklasifikasikan tipe dan status erupsi gunung berapi. Hasil pengujian berupa akurasi matriks kebingungan, , *recall*, *presisi* dan *score F1* dimana untuk menemukan K terbaik dalam model KNN dibagi menjadi K=1, 3, 5, 7, 11. Hasil yang didapat K terbaik pada rasio data 90:10 yaitu K=1 dimana akurasi pada data besar(mayoritas) sebesar 91% dan akurasi pada all data (data keseluruhan) sebesar 87%. Hasil pengujian juga berupa bagaimana model KNN memprediksi data baru menggunakan *KNN predict*.

## Kata Kunci:

Erupsi Gunung Api, Klasifikasi Seismik, *Machine Learning*, *Template Matching*, KNN

---

## Abstract

*One type of geological disaster that often occurs in Indonesia is volcanic eruptions. Because Indonesia has hundreds of active volcanoes with different types of eruptions and statuses, this country is considered the island with the most active volcanic eruptions in the world. Although seismographs are used to record volcanic activity, the tool still cannot classify the type of earthquake and the status of volcanic eruptions. To overcome this, researchers propose the use of Machine Learning in classifying the status of volcanic eruptions. Machine Learning is a branch of Artificial Intelligence (AI) that facilitates human performance. There are seven branches of AI, including machine learning. In this study, the Machine Learning method is used in the form of Template Matching and K-Nearest Neighbor (KNN) to classify the type and status of volcanic eruptions. The test results are in the form of confusion matrix accuracy, recall, precision and F1 score. where to find the best K in the KNN model is divided into K = 1, 3, 5, 7, 11. The results obtained for the best K are at a data ratio of 90:10, namely K = 1 where the accuracy in large data (the majority) is 91% and the accuracy on all data (overall data) of 87%. The test results are also in the form of how the KNN model predicts new data using KNN predict.*

## Keywords:

*Volcano Eruption, Seismic Classification, Machine Learning, Template Matching, KNN*

---

## 1. PENDAHULUAN

Erupsi gunung api merupakan bentuk bencana geologis yang sering terjadi di Indonesia, dimana magma keluar dari gunung menuju permukaan bumi melalui erupsi efusif atau eksplosif. *Erupsi efusif* terjadi ketika lava keluar secara perlahan dan mengalir tanpa ledakan, sedangkan erupsi eksplosif terjadi ketika lava keluar melalui ledakan dan diikuti oleh gempa. Indonesia dijuluki dengan republik dengan jumlah kepuhan api aktif terbanyak di alam dunia, dan gunung-gunung tersebut termasuk dalam rangkaian gunung api aktif yang disebut sebagai "*ring of fire*" (Pratama, 2014). Indonesia terletak di antara cincin api, sehingga terdapat banyak kepuhan api di Indonesia. Banyaknya gunung aktif di republik Indonesia membuat Indonesia sebagai negara dengan gunung berapi teraktif terbanyak di dunia (Adri et al., 2020). Gunung api biasanya meledak dalam periode pendek yang ada di setiap antara 1 - 6 tahun, sedangkan periode tengah tiap 6 - 8 tahun dan period terpanjang sudah terjadi di beberapa gunung berapi yaitu 30 tahun (Rahayu et al., 2014).

Di Indonesia, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) sering memberikan masukan terkait kondisi gunung api. PVMBG membuat rekomendasi tentang keadaan aktivitas gunung berapi berdasarkan data pemantauan aktivitas masing-masing gunung berapi. Ada dua jenis pengamatan berdasarkan pengamatan *visual* dan faktor seismik. Adapun terkait lembaga yang salah satu tugasnya mengawasi aktivitas gunung api di negara yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) (Firman et al., 2018), (Hafida, 2019).

Pembelajaran mesin (ML) telah digunakan secara luas dalam banyak penelitian untuk mengklasifikasikan letusan gunung berapi, tetapi terdapat masalah dalam mengklasifikasikan letusan gunung berapi menggunakan ML karena peneliti tidak mengetahui algoritme mana yang terbaik untuk mendeteksi sinyal seismik. Mengantisipasi situasi letusan gunung berapi. Vulkanologi dan algoritma apapun memiliki akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan sinyal seismik, pengujian dengan seismograf masih belum memberikan klasifikasi menurut jenis gempa dan jenis bahayanya, dan beberapa peneliti selalu menerapkan metode ini dengan menggunakan metode perhitungan manual. Atau ML tidak membantu mereka. (Kom et al., 2021).

Penelitian yang dilancarkan oleh (Firman et al., 2018). Klasifikasi penentuan status erupsi berapi dengan algoritma *Naïve Bayes* dan *KNN*, mendapat akurasi 79.71% pada algoritma *Naïve Bayes* dan 63,68% pada algoritma *KNN*. Penelitian ini menggunakan *deviasi K-Fold Cross Validation* dimana jarak akurasi data training status gunung api setiap eksperimen diungguli oleh algoritma *Naïve Bayes*. Disisi lain, eksperimen klasifikasi status gunung api juga pernah dilakukan oleh (Wijaya et al., 2020). Eksperimen ini menggunakan metode *template matching* dimana akurasi klasifikasi peneliti didapat taju akurasi sebesar 92.33% hanya saja dalam penelitian ini Sebagian besar tahap perhitungan dilakukan dengan cara manual, dengan demikian banyak algoritma yang bisa digunakan dalam klasifikasi status erupsi gunung api ini.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan dan penelitian sebelum-belumnya, peneliti menggunakan *model fitting analysis* dan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* yang dipilih untuk klasifikasikan objek yang berbeda dan mendeteksi sinyal seismik. *KNN* sendiri merupakan metode klasifikasi data berbasis kelas yang tujuannya untuk mengklasifikasikan fitur baru berdasarkan atribut dan bahan ajar (Suwirmayanti et al., 2017). *template matching* adalah teknik pengenalan pola yang kuno dan sering berguna. Algoritma ini bergiat dengan cara mengevaluasi model pola terhadap model citra dalam database. Kelemahan algoritma ini terletak pada terbatasnya model yang digunakan sebagai model acuan dalam basis data, menurut ukuran, bentuk dan kedudukannya. (Bahri & Maliki, 2012). Barulah setelah itu peneliti bisa merumuskan masalah yaitu proses klasifikasi dari sebuah sinyal seismik untuk mengetahui tingkat akurasinya.

## 2. METODE

### A. *Template Matching*

*Template matching correlation* adalah metode untuk mengasosiasikan setiap pola matriks gambar digital dengan gambar yang digunakan sebagai referensi untuk memverifikasi kesamaan sepotong data. Gambar yang sesuai menghasilkan tingkat kesamaan/kemiripan yang tinggi menghasilkan gambar yang disebut salah satu gambar *template*. Masukkan data dan potret kemudian berikan data sebagai *matriks* dan memeriksa nilai kesamaan dari kedua ukuran ini dengan menghitung nilai korelasi menurut (Putri et al., 2014). Nilai korelasi dalam *Template Matching* dapat diperoleh menggunakan rumus korelasi sebagai berikut (Putri et al., 2014).

$$r = \frac{\sum_k^n = 1 (x_{ik} - x_{jk}) \cdot (x_{jk} - x_{jk})}{\sqrt{\sum_k^n = 1 (x_{ik} - x_{ik})^2 \cdot \sum_k^n = 1 (x_{jk} - x_{jk})^2}} \tag{1}$$

Keterangan:

r adalah nilai koneksi antar dua objek *matrik*

$x_{ik}$  adalah nilai titik *citra* ke-k dalam pola *matrik* I

$x_{jk}$  adalah nilai titik *citra* ke-k dalam pola *matrik* J

x akan memperoleh nilai rata-rata dalam pola titik *citra* berdasarkan rumus  $\sum_k^n = 1 (x_{ik} - x_{ik})^2$ .

**B. K-Nearest Neighbor**

Algoritma *K-Nearest Neighbor* Ini adalah algoritma klasifikasi yang paling umum dibuat, tetapi juga dapat dibuat estimasi dan prediksi sinyal. Selain itu, algoritme pencarian menyoroti kategori tertentu di jendela data. Selain itu algoritma KNN digunakan untuk mencari kelompok-kelompok K didalam data latih yang berdekatan pada data uji dan memenuhi pencarian label pada banyak kelas dalam jendela data menurut (Reza Noviansyah, et al., 2018). Cara kerja KNN berdasarkan jarak *uclidean distance* adalah sebagai berikut:

$$K = (x, y) = ||x - y|| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Xi - Yi)^2} \tag{2}$$

Keterangan:

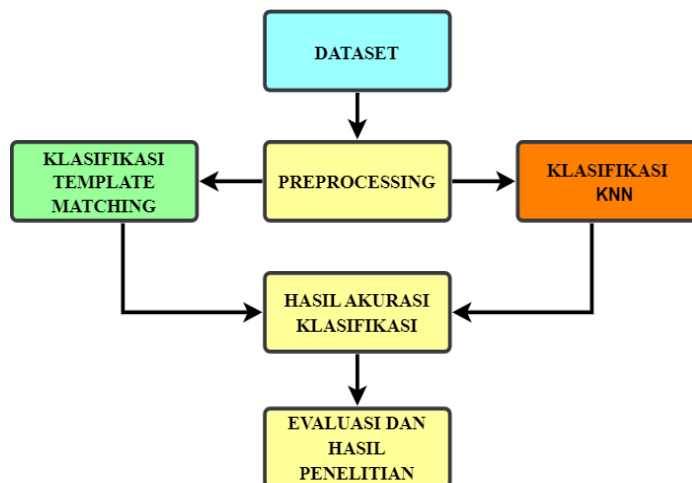
$D = (x, y)$  adalah jarak antar tetangga yang akan ditentukan berdasarkan K.

$Xi$  nilai dari *train* yang akan dilakukan menggunakan *random state*.

$Yi$  nilai dari *test* yang akan dilakukan dalam memprediksi.

**C. Tahapan Penelitian**

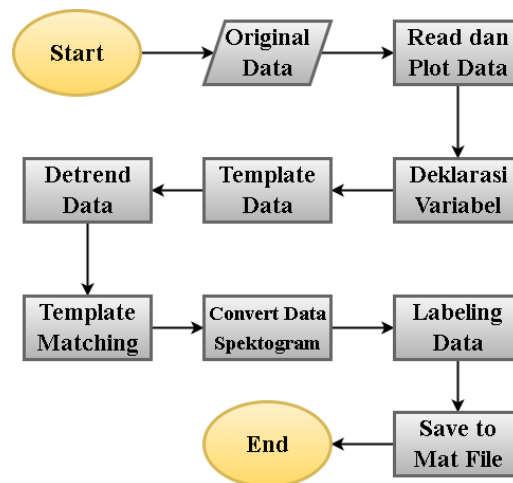
Adapun keseluruhan tahapan penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

#### D. Preprocessing

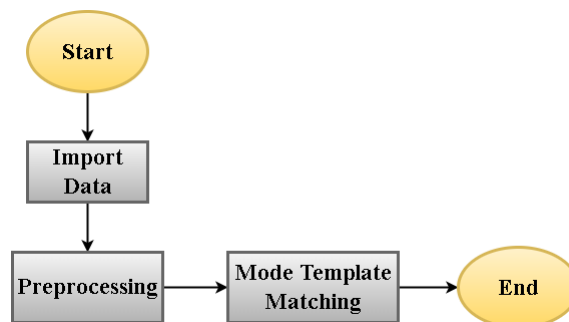
*Preprocessing* dilakukan dalam tahapan berikut ini :



Gambar 2. *Preprocessing data*

#### E. Klasifikasi template matching

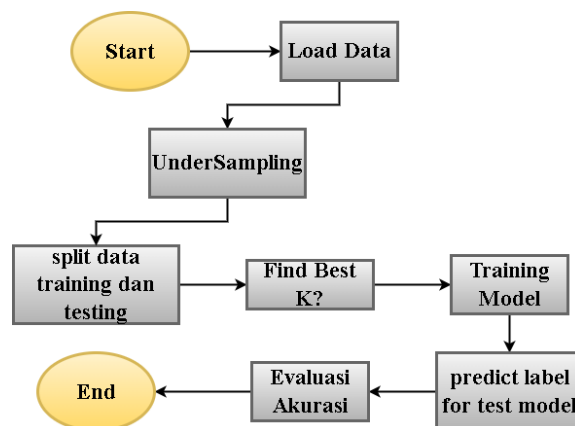
Hasil kerja klasifikasi *preprocessing Template Matching* dapat dilihat dalam gambar berikut ini :



Gambar 3. *Template Matching*

#### F. Klasifikasi KNN

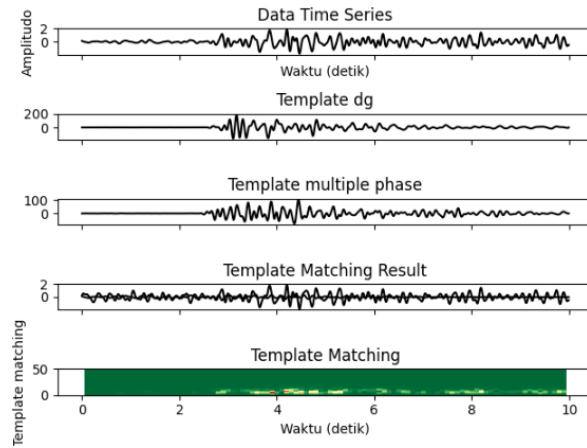
Proses hasil KNN dapat dilihat pada tahapan berikut ini :



Gambar 4. *Klasifikasi KNN*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

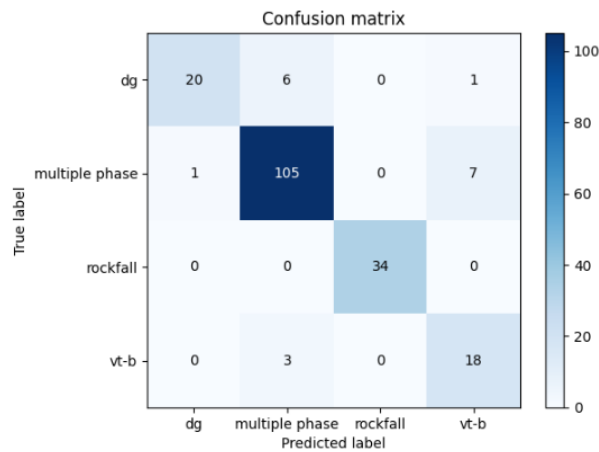
#### A. Hasil Template Matching



Gambar 5. Hasil Template Matching

#### B. Pengujian Model Knn

1. Hasil dari data mayoritas k=1 rasio data 90:10



Gambar 6. Hasil Confusion Matrix K=1

```

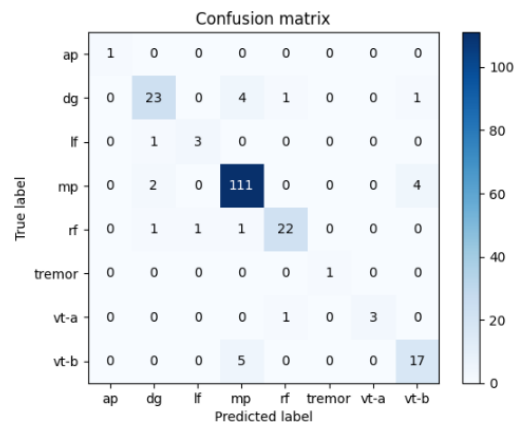
Optimal K: 1
Confusion matrix:
[[ 20  6  0  1]
 [ 1 105  0  7]
 [ 0  0 34  0]
 [ 0  3  0 18]]
Accuracy: 0.9076923076923077
Precision: 0.9145215108777862
Recall: 0.9076923076923077
F1-score: 0.9083207759840997
Evaluasi KNN:

```

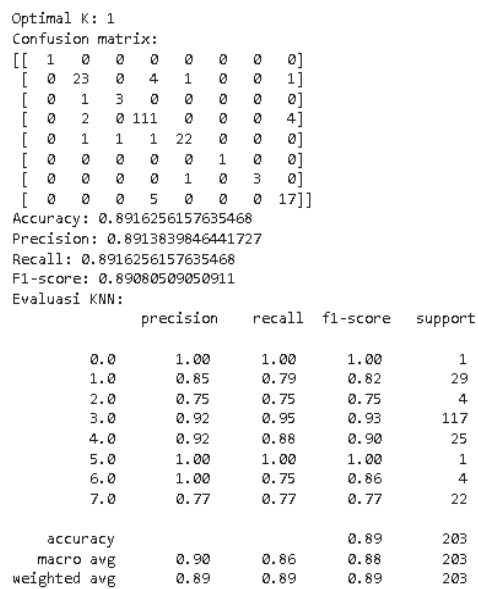
	precision	recall	f1-score	support
0.0	0.95	0.74	0.83	27
1.0	0.92	0.93	0.93	113
2.0	1.00	1.00	1.00	34
3.0	0.69	0.86	0.77	21
accuracy			0.91	195
macro avg	0.89	0.88	0.88	195
weighted avg	0.91	0.91	0.91	195

Gambar 7. Hasil Akurasi K=1

2. Hasil dari all data k=1 rasio data 90:10



Gambar 8. Hasil *Confusion Matrix* K=1



Gambar 9. Hasil Akurasi K=1

3. Hasil pengujian keseluruhan data

Tabel 1. Hasil pengujian *all data*

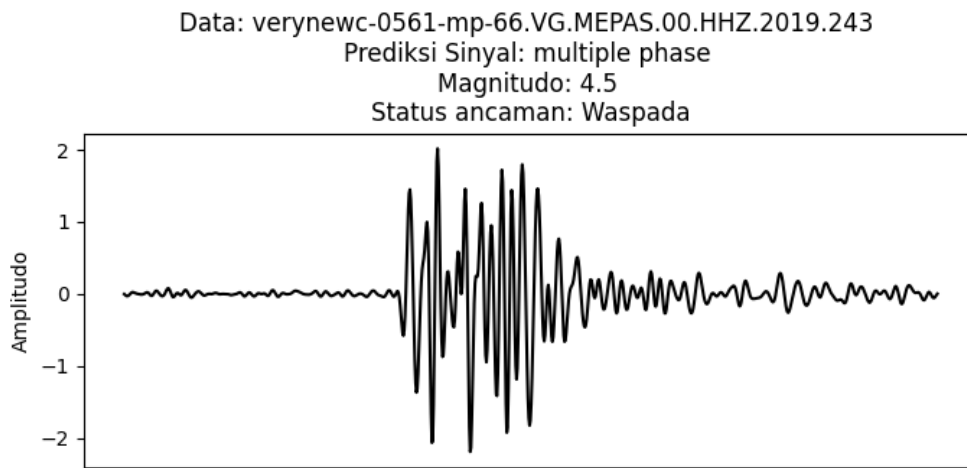
<b>K</b>	<b>Accuracy</b>	<b>Precision</b>	<b>Recall</b>	<b>F1 Score</b>
<b>K = 1</b>	0.87	0.88	0.87	0.87
<b>K = 3</b>	0.79	0.79	0.79	0.79
<b>K = 5</b>	0.75	0.72	0.75	0.73
<b>K = 7</b>	0.77	0.71	0.77	0.74
<b>K = 11</b>	0.76	0.71	0.76	0.73

4. Hasil pengujian data mayoritas

Tabel 2. Hasil pengujian data mayoritas

<b>K</b>	<b>Accuracy</b>	<b>Precision</b>	<b>Recall</b>	<b>F1 Score</b>
<b>K = 1</b>	0.91	0.91	0.91	0.91
<b>K = 3</b>	0.87	0.87	0.87	0.87
<b>K = 5</b>	0.85	0.85	0.85	0.85
<b>K = 7</b>	0.82	0.80	0.82	0.80
<b>K = 11</b>	0.81	0.78	0.81	0.79

5. Prediksi data baru sesudah dilakukan uji menggunakan KNN



Gambar 10. Hasil prediksi data seismic terbaru

**4. SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil menunjukkan bahwa *Template Matching* dan model KNN cocok digunakan dalam klasifikasi sinyal seismik karena memiliki akurasi tinggi dengan dataset yang digunakan berjumlah 2023 dengan tipe *Mseed*. Dari percobaan terhadap 5 K pada model KNN didapat hasil akurasi pada data mayoritas K1=0.91, K3=0.87, K5=0.85, K7=0.82, K11=0.81 sedangkan pada keseluruhan data di dapat akurasi masing-masing K1=0.87, K3=0.79, K5=0.75, K7=0.77, K11=0.76. Didapatkan bahwa hasil akurasi terbaik terletak pada K=1 pada masing-masing *dataset*, meskipun terjadi penurunan Ketika K yang di uji semakin besar tetapi kecenderungan penurunan masih stabil dan tidak ada lonjakan akurasi yang signifikan. Hal ini juga dapat memberikan kesimpulan bahwa model KNN lebih baik dalam mengklasifikasikan sinyal Ketika dataset yang dipakai *balance* pada setiap kelas daripada data yang *imbalance*.

Memperluas penelitian dengan membandingkan model KNN dengan algoritma klasifikasi lainnya, seperti *Decision Tree*, *Neural Networks* atau *Random Forest*, untuk menentukan metode mana yang paling cocok untuk klasifikasi, khususnya menggunakan *dataset Mseed* (sinyal seismik).Melakukan eksperimen lain dengan menggunakan parameter K yang berbeda-beda dengan tipe dataset baik *Mseed* maupun *image* pada kategori sinyal seismik. Uji juga model pada *data balance* maupun *imbalance* dengan jumlah *dataset* diatas 2000 untuk melihat apakah KNN masih mampu dalam melakukan klasifikasi dengan jumlah *dataset* yang lebih banyak.

### Daftar Pustaka

- Adri, W., Sabri, L. ., & Wahyuddin, Y. (2020). Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Bencana Gunung Api Dan Persebaran Lokasi Shelter Menggunakan Metode Network Analyst (Studi Kasus : Gunung Merapi, Boyolali-Magelang). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 10(1), 189–196. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/29693>
- Adrianus, A., Manik, H. M., & Nainggolan, T. B. (2021). *ATENUASI DERAU ACAK DAN KOHEREN PADA DATA SEISMIC 2D DI PERAIRAN ARU , PAPUA ATTENUATION OF RANDOM AND COHERENT NOISE ON 2D SEISMIC DATA OF ARU WATERS* ,. April, 57–70.
- Bahri, R. S., & Maliki, I. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching Dan Feature Extraction Pada Optical Character Recognition. *Urnal Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 187–198. [http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper\\_TA\\_MBAH.pdf](http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper_TA_MBAH.pdf)
- Firman, Muhammad, M., & Khairan, A. (2018). Perbandingan Klasifikasi Antara KNN dan Naive Bayes pada Penentuan Status Gunung Berapi dengan K-Fold Cross Validation. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(5), 577. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201855983>
- Hafida, S. H. N. (2019). Perubahan Kesiapan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Erupsi Gunung Berapi. *Jupiis: Jurnal Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial*, 11(2), 396. <https://doi.org/10.24114/jupiis.v11i2.13955>
- Kom, M., Ekonomi, F., Uin, I., & Utara, S. (2021). *Nabillah Purba*. 9(2), 91–98.
- Pratama, A. (2014). Pemodelan Kawasan Rawan. *Jurnal Geodesi Undip*, 3(April), 28–43.
- Putri, D. N., Rafmadhanty, F., Megantara, I. P., Jayanti, I. N., & Hapsari, K. D. (2014). *Klasifikasi Huruf Korea ( Hangul ) dengan Metode Template Matching Correlation*. 1–5.
- Rahayu, R., Ariyanto, D. P., Komariah, K., Hartati, S., Syamsiyah, J., & Dewi, W. S. (2014). Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Lahan Dan Upaya-Upaya Pemulihannya. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 29(1), 61. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v29i1.13320>
- Reza Noviansyah, M., Rismawan, T., & Marisa Midyanti, D. (2018). Penerapan Data Mining Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Indeks Cuaca Kebakaran Berdasarkan Data Aws (Automatic Weather Station) (Studi Kasus: Kabupaten Kubu Raya). *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 06(2), 48–56.
- Suwirmayanti, N. L. G. P., Rahardja, C. A., Juardi, T., Agung, H., Bachtiar, A. M., Rivki, M., Permana Putra1), A. M. H. P. 2), Siswan Syahputra 3), Novita, S., Harsani, P., & Qur'ania, A. (2017). Analisis Metode K-Nearest Neighbour ( Knn ) Dalam Klasifikasi. *Jurnal Buana Informatika*, 10(1), 118–125.
- Wijaya, N., Endah, M., Feliati, M., Studi, P., Program, I., & Korespondensi, P. (2020). *Penerapan Algoritma Decision Tree C.45 Untuk Klasifikasi Data Status Huni Rumah Rehabilitasi Pasca Erupsi Merapi*. 424–430.
- Wildani, A., Maryanto, S., & Susilo, A. (2015). Analisis Sinyal Seismik Tremor Harmonik dan Tremor Spasmodik Gunungapi Semeru, Jawa Timur – Indonesia. *Wacana Didaktika*, 3(2), 140–150. <https://doi.org/10.31102/wacanadidaktika.3.2.140-150>