



## PERBANDINGAN METODE PENGUKURAN JARAK PADA ANALISIS POTENSI BANJIR MENGGUNAKAN SPATIAL SKYLINE QUERY

Vega Purwayoga<sup>1\*</sup>, Zakwan Gusnadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Informatika, Universitas Siliwangi, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Sipil, Universitas Siliwangi, Indonesia

---

**Abstrak:** Bencana banjir merupakan bencana yang sering terjadi pada beberapa wilayah di Indonesia. Bencana banjir dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya curah hujan yang tinggi, perubahan tutupan lahan, daya tampung sungai dan lain-lain. Kesiapsiagaan bencana merupakan salah cara untuk mengatasi banjir, dengan mencoba memetakan daerah yang berpotensi terdampak banjir. Pada proses rekomendasi daerah yang berpotensi banjir perlu dilakukan tahapan awal yaitu praproses data untuk mengukur kedekatan suatu daerah dengan daerah lainnya. Sehingga perlu mengidentifikasi metode terbaik dalam pengukuran jarak. Area studi penelitian ini yaitu Kabupaten Garut dimana Kabupaten Garut merupakan salah satu kabupaten dengan tingkat bencana yang tinggi di Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data iklim, batas administrasi daerah, data digital elevation model (DEM). Penelitian ini menerapkan algoritme skyline query dengan menambahkan aspek spasial pada pengujian dominasi. Hasil pengujian dominasi merupakan proses rekomendasi daerah yang berpotensi terdampak banjir dan daerah yang menyebabkan daerah lain terkena banjir. Dimana sebelum proses pengujian dominasi dilakukan perbandingan metode pengukuran jarak yang terbaik. Metode terbaik adalah metode yang selisihnya paling kecil dengan fungsi measure pada ArcMap. Pada penelitian haversine distance lebih baik kinerjanya dibandingkan dengan euclidean distance, dimana haversine distance memiliki selisih 0.28 km, sedangkan euclidean distance sebesar 2.41 km. Hasil pengukuran metode terbaik adalah yang digunakan untuk pengujian dominasi. Hasil pengujian dominasi menerangkan bahwa ada daerah yang direkomendasikan menjadi daerah yang berpotensi terdampak banjir dan daerah yang terindikasi penyebab banjir berdasarkan kriteria ketinggian, jarak antar daerah dan curah hujan.

**Kata kunci:** *Euclidean Distance, Haversine Distance, Jarak, Spatial Skyline Query*

---

### I. PENDAHULUAN

Intensitas curah hujan pada suatu daerah dengan daerah lain akan memiliki perbedaan. Pada daerah tertentu curah hujan tinggi, namun pada daerah lainnya tidak (Sakti et al., 2023). Curah hujan yang ekstrim dapat mengakibatkan terjadinya banjir pada suatu daerah, terutama daerah yang berada pada

dataran rendah atau dataran yang dekat dengan aliran sungai (Majeed et al., 2023). Penelitian (Wu et al., 2023) memaparkan bahwa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir adalah perubahan penggunaan lahan dan curah hujan. Perubahan penggunaan dan tutupan lahan sangat berpengaruh terhadap banjir bandang, terutama perubahan dari hutan menjadi lahan pertanian atau pemukiman.

Penelitian terkait deteksi banjir telah banyak dilakukan sebagaimana yang telah dilakukan

---

<sup>\*)</sup> [vega.purwayoga@unsil.ac.id](mailto:vega.purwayoga@unsil.ac.id)

Diterima: 18 April 2025

Direvisi: 28 Mei 2025

Disetujui: 24 Juni 2025

DOI: 10.23969/infomatek.v27i1.24149

(Guan et al., 2023). Penelitian (Guan et al., 2023) membuat model prediksi untuk kejadian banjir pada daerah pesisir dengan menggunakan Bayesian Model Averaging (BMA). Penelitian (Wang et al., 2023) melakukan penilaian resiko banjir di Taiwan dengan menerapkan model Self Organizing Map dengan memetakan daerah dengan karakteristik daerah yang relatif sama. Penelitian (Folino et al., 2023) melakukan deteksi curah hujan ekstrim untuk mengantisipasi terjadinya bencana banjir. Deteksi curah hujan dilakukan dengan mengklasifikasikan curah hujan dengan menggunakan modifikasi interpolasi curah hujan. Penelitian (Idowu & Zhou, 2023) mengidentifikasi hubungan antara kejadian banjir dengan peta tutupan lahan. Semakin banyak pemukiman dan perkotaan maka semakin tinggi resiko banjir.

Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa proses pendeteksian banjir membutuhkan aspek spasial dalam penanganan bencana. Seperti halnya yang dilakukan (Aidinidou et al., 2023), dimana aspek spasial menjadi faktor penting dalam membuat suatu perencanaan strategis untuk penanganan bencana banjir. Aspek spasial menjadi penting dikarenakan daerah yang berdekatan secara lokasi akan memiliki karakteristik yang mirip dibandingkan daerah yang berjauhan (Shah et al., 2023). Proses deteksi banjir dapat dilakukan dengan menggunakan teknik machine learning salah satunya yaitu dengan menggunakan Spatial Skyline Query (SSQ). SSQ telah coba diterapkan pada beberapa penelitian salah satunya penelitian yang dilakukan (Purwayoga, 2021a). Penelitian (Purwayoga, 2021a) menerapkan SSQ untuk mencari daerah prioritas penerima bantuan alat pelindung diri (APD) bagi tenaga kesehatan. Penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi

daerah yang menjadi prioritas penerima APD berdasarkan kasus COVID-19 yang ada pada suatu daerah. SSQ telah berhasil diterapkan pada penelitian (Purwayoga & Susanto, 2021) yang digunakan untuk merekomendasikan daerah yang membutuhkan bantuan tenaga kesehatan COVID-19.

Salah satu tahapan proses pada penerapan SSQ yaitu praproses dalam pengukuran jarak (Annisa & Khairina, 2021). Pengukuran jarak merupakan salah satu bagian penting untuk merekomendasikan suatu keputusan. Metode pengukuran jarak populer dengan performa yang baik diantaranya manhattan distance, euclidean distance, dan haversine distance (Miftahuddin et al., 2020). Penelitian (Nabilla et al., 2023) memaparkan bahwa akurasi metode pengukuran jarak antara euclidean distance dan haversine distance tidak terlalu berbeda signifikan.

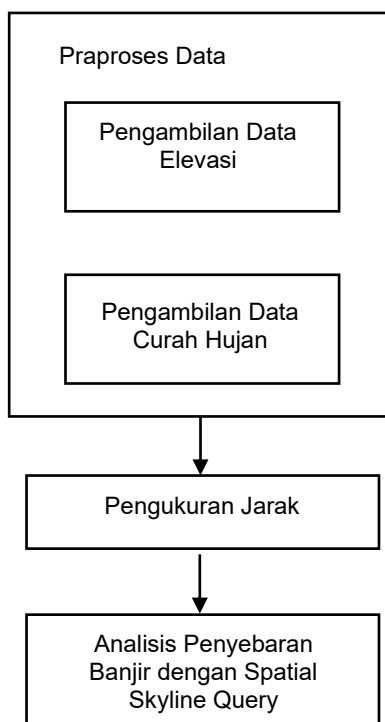
Pentingnya praproses data khususnya pengukuran jarak untuk mengetahui daerah potensi banjir pada SSQ maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan algoritme terbaik dalam proses pengukuran jarak. Algoritme pengukuran jarak yang terbaik akan diterapkan pada SSQ untuk mengetahui daerah yang berpotensi terkena banjir maupun daerah yang menjadi penyebab terjadinya banjir. Penelitian ini juga menerapkan multi-criteria analysis yang diterapkan pada algoritme SSQ. Teknik multi-criteria analysis diterapkan karena data yang diperlukan untuk proses identifikasi daerah rawan bencana banjir terdiri dari berbagai macam kriteria (Alami & Maabout, 2020) [13]. Harapannya penelitian ini dapat diterapkan pada berbagai macam kasus.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Data dan Area Studi

Area studi pada penelitian ini yaitu Kabupaten Garut, Jawa Barat. Kabupaten Garut

merupakan daerah dengan tingkat bencana tertinggi yang ada di Jawa Barat (Open Data Jawa Barat). Tercatat bahwa jumlah kejadian bencana yang terjadi pada tahun 2020 di Kabupaten Garut adalah sebanyak 1491 kejadian. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu batas administrasi Kabupaten Garut, data iklim dan data topografi. Data iklim meliputi data curah hujan (mm) yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan data topografi Digital Elevation Model (DEM) yang didapat dari Badan Geospasial Indonesia (BIG). Penelitian ini berfokus pada bencana Banjir yang terdapat pada beberapa kecamatan di Kabupaten Garut.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

## 2.2. Koleksi Data Elevasi

Tahapan praproses yang pertama yaitu proses pengambilan data topografi dengan memanfaatkan Data Elevation Model (DEM)

yang didapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG) (Apriyeni, 2022). DEM berisi objek dipermukaan bumi disajikan dalam bentuk sel-sel atau grid. Setiap daerah akan dipecah atau tersusun ke dalam beberapa grid berdasarkan luas daerah tersebut. Grid-grid digabungkan untuk menutupi peta administrasi daerah untuk mengetahui sebaran ketinggian yang ada pada daerah tersebut.

## 2.3 Koleksi Data Curah Hujan

Nilai curah hujan diperoleh dari setiap stasiun cuaca yang berada di Provinsi Jawa Barat (Wulandari et al., 2023) (Rahayu et al., 2022). Stasiun cuaca yang menyimpan nilai curah hujan merupakan suatu titik, sehingga membutuhkan proses penyebaran nilai pada setiap poligon yang ada di Kabupaten Garut dengan menggunakan proses interpolasi. Hasil interpolasi akan menghasilkan beberapa klasifikasi tingkat curah hujan.

## 2.4 Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak dalam penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu jarak Euclidean dan jarak Haversine (Nabilla et al., 2023). Kedua metode tersebut dibandingkan untuk menentukan metode terbaik. Metode terbaik adalah metode yang memiliki perbedaan terkecil dengan fungsi pengukuran di ArcMap. Rumus jarak haversine telah disajikan pada Persamaan 1. Parameter  $\phi$  adalah koordinat lintang bumi (latitude),  $\lambda$  adalah koordinat bujur bumi (longitude), dan  $r$  adalah panjang jari-jari bumi.

$$d = 2r \cdot \arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right) + \cos(\phi_1) \cdot \cos(\phi_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)}\right)^{1/2} \quad (1)$$

## 2.5 Analisis Penyebaran Banjir dengan Spatial Skyline Query

Analisis penyebaran potensi banjir dilakukan dengan menggunakan algoritma *skyline*

query, yaitu *blocked-nested loop (BNL)*. BNL bekerja dengan mencari objek yang paling dominan berdasarkan kriteria daerah yang berpotensi banjir. Daerah yang berpotensi banjir meliputi daerah dengan curah hujan tinggi dan daerah dengan elevasi rendah. Algoritma BNL diperkenalkan oleh Borzsonyi pada tahun 2001. Cara kerja algoritma BNL dijelaskan sebagai berikut (Kulkarni & Momin, 2016). Penelitian ini menguji aspek spasial seperti jarak sehingga penelitian ini memodifikasi algoritma BNL menjadi algoritma *spatial skyline query* (Purwayoga, 2021b; Purwayoga et al., 2024).

---

**Algoritme 1. Pseudocode SSQ**

---

**Input:** Dataset D

**Output:** The Set of Skyline Points of D

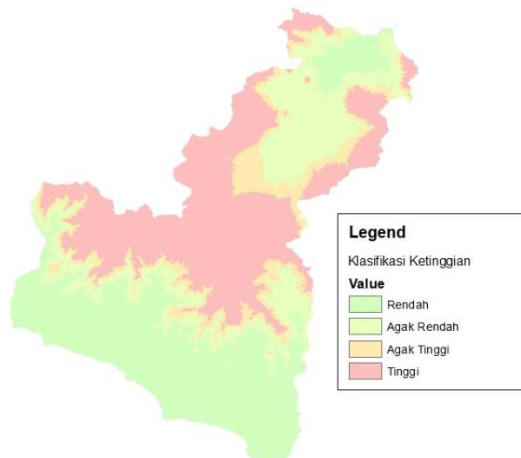
- 1:  $D \leftarrow$  Dataset after preprocessing
  - 2:  $S \leftarrow$  First dataset D
  - 3: **from** 1 to D
  - 4:     **if** (“D is not dominated”) then
  - 5:         write (S, D)
  - 6:     **else**
  - 7:         remove (S, D)
  - 8:     **end if**
  - 9: **end**
- 

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Koleksi Data Ketinggian**

Identifikasi data topografi dilakukan dengan menggabungkan batas administrasi wilayah Kabupaten Garut dengan data raster. Data raster yang digunakan untuk pengambilan data topografi sebanyak 12 seluas batas administrasi daerah Kabupaten Garut. Ketinggian Kabupaten Garut dipetakan ke

dalam beberapa kelas. Dimana terdapat 4 kelas yaitu rendah, agak rendah, agak tinggi, tinggi. Rendah ketinggiannya  $\leq 600$  mdpl, agak rendah ketik 601-800 mdpl, agak tinggi 801-1000, dan tinggi  $> 1000$  (Nurkholis et al., 2020). Hasil klasifikasi telah disajikan pada peta ketinggian yang terdapat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Klasifikasi Ketinggian

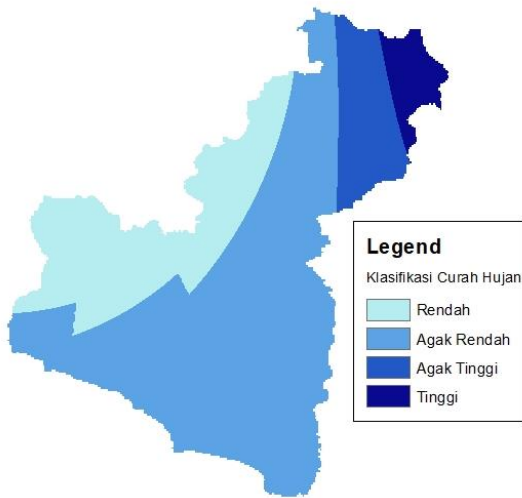
**3.2 Koleksi Data Curah Hujan**

Pengumpulan data curah hujan dilakukan menggunakan proses interpolasi. Teknik interpolasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah IDW. IDW adalah teknik interpolasi populer dengan kinerja yang baik (Nurkholis et al., 2020). Proses interpolasi memerlukan input berupa data curah hujan yang diperoleh dari stasiun cuaca. Stasiun cuaca yang digunakan dalam penelitian ini berada di seluruh Provinsi Jawa Barat. Daftar stasiun cuaca disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Curah hujan pada setiap stasiun cuaca

Stasiun Cuaca	Bujur	Lintang	Curah hujan (mm)
Citeko Meteorological Station	106.85000	-6.70000	10.14
Pengung Meteorological Station	108.53904	-6.75530	23
Kertajati Meteorological Station	108.26300	-6.73440	14.32
West Java Meteorological Station	106.75000	-6.50000	14.16
Bandung Geophysical Station	107.59733	-6.88356	7.4

Interpolasi menghasilkan klasifikasi curah hujan menjadi kelas rendah, agak rendah, agak tinggi, dan tinggi (Nurkholis et al., 2020). Rentang angka pada kelas-kelas tersebut dilakukan menggunakan metode rentang sama karena jika menggunakan aturan yang dijelaskan dalam penelitian (Nurkholis et al., 2020) setiap data akan masuk ke kelas yang sama. Hasil interpolasi dan klasifikasi curah hujan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Klasifikasi Curah Hujan

### 3.3 Pengukuran Jarak

Seperti dijelaskan dalam [14], jarak merupakan salah satu bagian terpenting dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi terdampak dan penyebab bencana. Hasil pengukuran jarak yang dilakukan menggunakan kedua metode disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan rata-rata perbedaan antara dua metode pengukuran jarak tersebut dengan pengukuran pada peta menggunakan fungsi measure. Hasilnya menunjukkan bahwa metode jarak Haversine memiliki perbedaan yang lebih kecil dibandingkan dengan jarak Euclidean sesuai

dengan penelitian (Miftahuddin et al., 2020). Visualisasi pengukuran jarak dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2. Hasil pengukuran jarak

Kecamatan	Measure (km)	ED (km)	HD (km)
Tarogong			
Kaler	0	0	0
Cibiuk	15.95	14.43	16
Garut Kota	10.61	9.59	10.63
...	...	...	...
Selaawi	25.31	22.89	25.37
Pangatian	17.88	16.18	17.86
Sucinaraja	16.65	15.07	16.64
<b>Rata-rata selisih antara Measure, ED, dan HD</b>	<b>0</b>	<b>2.41</b>	<b>0.28</b>

Daerah Asal	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
V1	0.00	16.00	10.64	11.43	16.24	5.14	8.38	5.66	11.55	6.81
V2	16.00	0.00	20.38	17.43	15.03	18.55	9.97	20.94	26.70	11.36
V3	10.64	20.38	0.00	4.06	10.99	5.79	10.47	14.09	18.30	16.19
V4	11.43	17.43	4.06	0.00	6.97	7.79	8.05	16.04	20.98	15.52
V5	16.24	15.03	10.99	6.97	0.00	14.06	9.17	21.60	27.05	17.93
V6	5.14	18.55	5.79	7.79	14.06	0.00	9.02	8.41	13.19	11.54
V7	8.38	9.97	10.47	8.05	9.17	9.02	0.00	14.04	19.92	8.76
V8	5.66	20.94	14.09	16.04	21.60	8.41	14.04	0.00	5.93	10.16
V9	11.55	26.70	18.30	20.98	27.05	13.19	19.92	5.93	0.00	15.60
V10	6.81	11.36	16.19	15.52	17.93	11.54	8.76	10.16	15.60	0.00
V11	11.75	6.74	19.37	17.61	17.87	15.75	9.64	15.64	21.04	5.48
V12	11.53	5.20	15.21	12.46	11.36	13.47	4.77	16.89	22.80	8.68
V13	18.01	5.31	19.46	15.84	11.54	19.19	10.19	23.48	29.40	15.05
V14	21.98	8.46	22.59	18.76	13.36	22.89	13.99	27.48	33.40	18.99
V15	27.56	14.01	27.04	23.04	16.73	28.05	19.38	33.11	39.04	24.75
V16	17.46	10.35	15.62	11.64	5.95	16.99	9.11	23.12	28.96	16.79
V17	21.44	15.18	17.23	13.21	6.24	19.99	13.40	27.02	32.69	21.61
V18	11.26	26.35	9.61	13.47	20.42	7.86	16.86	10.17	11.25	18.04
V19	17.62	32.71	14.53	18.60	25.50	14.17	23.09	15.66	14.63	24.35
V20	14.58	26.93	6.79	10.66	17.25	9.59	16.97	15.69	17.86	21.13

Gambar 4. Visualisasi Pengukuran Jarak

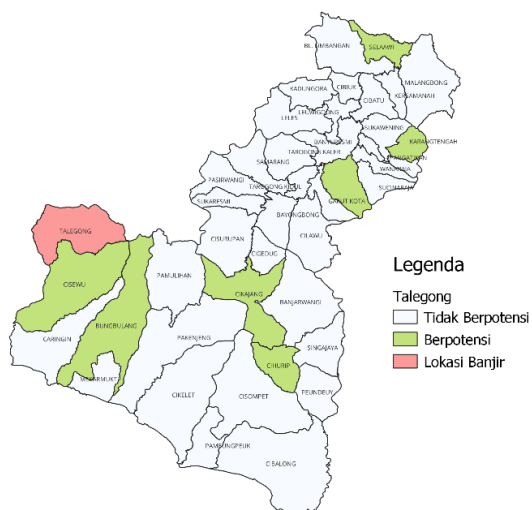
### 3.4 Analisis Penyebaran Banjir dengan Spatial Skyline Query

Pencarian objek skyline di daerah yang berpotensi terdampak banjir dilakukan dengan mencari daerah yang paling dekat dengan lokasi banjir dan daerah yang memiliki ketinggian lebih rendah daripada lokasi terjadinya banjir. Daerah-daerah yang berpotensi terdampak banjir disajikan pada Tabel 3. Salah satu peta daerah yang

terdampak banjir dapat dilihat pada Gambar 5. Seperti terlihat pada Gambar 5, daerah berwarna merah adalah lokasi banjir, sedangkan daerah berwarna hijau adalah area potensial. Berdasarkan rekomendasi SSQ pada tahap pengujian dominasi, Kecamatan Talegong berpotensi memberikan dampak banjir terhadap Karangpawitan, Karangtengah, Cikajang, Cihurip, Bungbulang, Cisewu, Selaawi. SSQ merekomendasikan area-area yang berpotensi terdampak banjir jika area lain berada dalam jarak dekat dari Talegong, memiliki ketinggian lebih rendah dari Talegong, dan curah hujan yang tinggi.

**Tabel 3.** Daerah Potensi Terdampak Banjir

Kecamatan	Kecamatan berpotensi terdampak
Talegong	Karangpawitan, Karangtengah, Cikajang, Cihurip, Bungbulang, Cisewu, Selaawi
Bayongbong	Karangpawitan, Karangtengah
Cikajang	Karangpawitan, Karangtengah
Caringin	Karangpawitan, Karangtengah, Cikajang, Cisewu
Banyuresmi	Karangpawitan, Karangtengah



**Gambar 5.** Visualisasi daerah potensi terdampak banjir

Ada beberapa area yang berada jauh dari Bayongbong tetapi direkomendasikan oleh SSQ karena area tersebut memiliki ketinggian lebih rendah dari Talegong atau curah hujan pada daerah tersebut masuk ke dalam kelas tinggi.

**IV. KESIMPULAN**

Model SSQ telah berhasil diterapkan untuk mengidentifikasi daerah potensial penyebaran banjir di Kabupaten Garut. Identifikasi daerah rawan banjir dilakukan menggunakan metode pengukuran jarak. Metode pengukuran jarak yang diterapkan dalam SSQ optimal untuk membandingkan pengukuran jarak pada peta dengan hasil pengukuran metode tersebut. Metode terbaik dalam penelitian ini adalah jarak haversine, dengan rata-rata perbedaan terhadap jarak pada peta sebesar 0,28 km, sedangkan rata-rata jarak Euclidean sebesar 2,41 km. Penyebab banjir yang terjadi di beberapa daerah di Kabupaten Garut dapat disebabkan oleh curah hujan, serta permukaan yang lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Ada beberapa daerah dengan curah hujan rendah, tetapi wilayah tetangganya memiliki curah hujan tinggi, dan elevasi dataran lebih tinggi daripada wilayah yang mengalami banjir. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan stasiun cuaca untuk melengkapi data curah hujan serta data tutupan lahan guna menentukan penggunaan lahan seperti badan air dan pemukiman.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aidinidou, M. T., Kaparis, K., & Georgiou, A. C. (2023). Analysis, prioritization and strategic planning of flood mitigation projects based on sustainability dimensions and a spatial/value AHP-GIS system. *Expert Systems with Applications*, 211, 118566.

<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118566>

- Annisa, A., & Khairina, S. (2021). Location Selection Based on Surrounding Facilities in Google Maps using Sort Filter Skyline Algorithm. *Khazanah Informatika : Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 7(2), 65–72. <https://doi.org/10.23917/khif.v7i2.12939>
- Apriyeni, B. A. R. (2022). Topographic Position Indeks Analisis untuk Interpretasi Landform Pulau Lombok Berdasarkan Digital Elevation Model (DEM). *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 6(2), 264–273. <https://doi.org/10.29408/geodika.v6i2.7031>
- Folino, G., Guarascio, M., & Chiaravalloti, F. (2023). Learning ensembles of deep neural networks for extreme rainfall event detection. *Neural Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08238-0>
- Guan, X., Xia, C., Xu, H., Liang, Q., Ma, C., & Xu, S. (2023). Flood risk analysis integrating of Bayesian-based time-varying model and expected annual damage considering non-stationarity and uncertainty in the coastal city. *Journal of Hydrology*, 617, 129038. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.129038>
- Idowu, D., & Zhou, W. (2023). Global Megacities and Frequent Floods: Correlation between Urban Expansion Patterns and Urban Flood Hazards. *Sustainability*, 15(3), 2514. <https://doi.org/10.3390/su15032514>
- Kulkarni, R. D., & Momin, B. F. (2016). Skyline computation for frequent queries in update intensive environment. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 28(4), 447–456. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2015.04.003>
- Majeed, M., Lu, L., Anwar, M. M., Tariq, A., Qin, S., El-Hefnawy, M. E., El-Sharnouby, M., Li, Q., & Alasmari, A. (2023). Prediction of flash flood susceptibility using integrating analytic hierarchy process (AHP) and frequency ratio (FR) algorithms. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1037547>
- Miftahuddin, Y., Umaroh, S., & Karim, F. R. (2020). Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan. *Jurnal Tekno Insentif*, 14(2), 69–77. <https://doi.org/10.36787/jti.v14i2.270>
- Nabilla, V. H., Indonesia, Dony Permana, & Fadhilah Fitri. (2023). Comparison of Haversine and Euclidean Distance Formula for Calculating Distance Between Regencies in West Sumatra. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 1(3), 120–125. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol1-iss3/39>
- Nurkholis, A., Muhaqiqin, & Susanto, T. (2020). Algoritme Spatial Decision Tree untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Padi Sawah Irigasi. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(5), 978–987. <https://doi.org/10.29207/resti.v4i5.2476>
- Purwayoga, V. (2021a). Modified skyline query to measure priority region for personal protective equipment recipient of COVID-19 health workers. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 9(3), 167–173. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2021.14003>

- Purwayoga, V. (2021b). Modified skyline query to measure priority region for personal protective equipment recipient of COVID-19 health workers. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 9(3), 167–173. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2021.14003>
- Purwayoga, V., & Susanto, B. (2021). Rekomendasi Daerah Penyalur Tenaga Kesehatan Covid-19 Dengan Menggunakan Skyline Query. *Fountain of Informatics Journal*, 7(1), 22. <https://doi.org/10.21111/fij.v7i1.5720>
- Purwayoga, V., Yuliyanti, S., Nurkholis, A., Gunawan, H., Sokid, S., & Kartini, N. (2024). Distribution Model of Personal Protective Equipment (PPE) Using the Spatial Dominance Test and Decision Tree Algorithm. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 8(3), 1445. <https://doi.org/10.62527/joiv.8.3.2471>
- Rahayu, S., Ramziani, F., & Kuswara, B. (2022). Perbandingan Haversine Formula dan Euclidean Distance dalam Pencarian Jarak Terdekat Rumah Penampungan Hewan (Shelter). *Jurnal Ilmiah FIFO*, 14(1), 23. <https://doi.org/10.22441/fifo.2022.v14i1.003>
- Sakti, A. D., Anggraini, T. S., Ihsan, K. T. N., Misra, P., Trang, N. T. Q., Pradhan, B., Wenten, I. G., Hadi, P. O., & Wikantika, K. (2023). Multi-air pollution risk assessment in Southeast Asia region using integrated remote sensing and socio-economic data products. *Science of The Total Environment*, 854, 158825. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158825>
- Shah, N. A., Shafique, M., Ishfaq, M., Faisal, K., & Van der Meijde, M. (2023). Integrated Approach for Landslide Risk Assessment Using Geoinformation Tools and Field Data in Hindukush Mountain Ranges, Northern Pakistan. *Sustainability*, 15(4), 3102. <https://doi.org/10.3390/su15043102>
- Wang, J.-H., Lin, G.-F., Huang, Y.-R., Huang, I.-H., & Chen, C.-L. (2023). Application of hybrid machine learning model for flood hazard zoning assessments. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 37(1), 395–412. <https://doi.org/10.1007/s00477-022-02301-3>
- Wu, J., Li, J., Zhu, Z., & Hsu, P.-C. (2023). Factors determining the subseasonal prediction skill of summer extreme rainfall over southern China. *Climate Dynamics*, 60(1–2), 443–460. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06326-w>
- Wulandari, K. S., Yushardi, Y., & Sudarti, S. (2023). Analisis Intensitas Curah Hujan Kecamatan Banyuwangi Menggunakan Climate Predictability TOOLS. *Jurnal Kumparan Fisika*, 6(2), 97–106. <https://doi.org/10.33369/jkf.6.2.97-106>