



Identifikasi Wilayah Resiko Kerusakan Lahan Terbangun Sebagai Dampak Tsunami Berdasarkan Analisis Building Indices

Aurilia Dinda Permatasari^{1*}, Sri Yulianto Joko Prasetyo²

¹Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana Jawa Tengah Indonesia, e-mail: 672018291@student.uksw.edu

² Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana Jawa Tengah Indonesia, e-mail: sri.yulianto@uksw.edu

ARTICLE INFO

History of the article :

Received 15-06-2022

Received in revised form 05-07-2022

Accepted 06-07-2022

Available online 28-07-2022

Keywords:

Building Indices;Tsunami;ANN

* Correspondence:

Telepon:

E-mail:

672018291@student.uksw.edu

ABSTRACT (10 PT)

Indonesia has a very large water area and there is the territory that is the confluence of the earth's slabs. It can allowing the occurrence of tsunami natural disasters. The study aims to find out which areas have risks the highest and the lowest land damage. The data used in this study were satellite images taken from 2014-2021 with coverage area in Kulon Progo Regency which consists of 12 sub-districts. This study used indexes vegetation UI, NDBI, IBI, EBBI. With an ANN algorithm get results which is quite accurate with an accuracy rate of 94.50%. Predictions states that the area has a high risk of damage due to the tsunami, namely the villages of Jingkaran, Sindutan, Palihan, Glagah, Karangwuluh, Janten, Temon Kulon, Kedundang, Sogan, Kalidengen, Ngestiharjo, Depok, Kanoman, Panjatan, Wahyuharjo, Pandowan, Nomporejo, and, Kranggan.

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari belasan ribu pulau yang terbentang dari ujung barat yaitu Sabang hingga Merauke di ujung timur. Secara geografis, letak Kepulauan di Indonesia sangat strategis terletak diantara dua samudera dan dua benua yaitu Samudra Hindia dan Samudra Pasifik serta dua benua yaitu Benua Asia serta Benua Australia. Indonesia terletak di lajur penunjaman lempeng bumi, seperti penunjaman Lempeng Samudra Indo-Australia dengan Lempeng Benua Eurasia yang memanjang dari pantai barat Sumatera hingga pantai selatan Jawa hingga Nusa Tenggara [1]. Indonesia mempunyai pantai yang terbentang sepanjang 95.181 km. Pantai di Indonesia memberikan berbagai macam keindahan yang memiliki nilai jual tinggi untuk kegiatan pariwisata dan sangat berpotensi untuk perkembangan ekonomi nasional[2].

Kabupaten Kulon Progo terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, kabupaten Kulon Progo secara geografis terletak antara 70 38'32" – 7058'57" Lintang Selatan dan 1100 1'37" – 110016'26" Bujur Timur [3]. Kabupaten Kulonprogo mempunyai wilayah pesisir yang berdekatan dengan Samudera Hindia yang memiliki kedalaman lebih dari 100 meter serta mempunyai struktur pantai yang landai. Dengan struktur pantai yang landai, pada saat air laut sedang pasang dapat menimbulkan air masuk dan menjangkau daratan relatif jauh sehingga daerah luapan airnya sangat besar [4]. Bagian selatan wilayah Kulon Progo berupa pertemuan dua lempeng, yaitu Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia yang memungkinkan terjadinya bencana tsunami karena pergerakan lempeng yang terjadi. Bencana tsunami tersebut dapat menyebabkan kerusakan yang besar karena tidak adanya pulau penghalang dan minimnya vegetasi peredam terutama pada wilayah pesisirnya [5].

Tsunami ialah salah satu bencana alam yang bisa saja terjadi pada wilayah pesisir di Indonesia. Bencana alam ini terjadi karena terbentuknya gempa bumi di laut yang menimbulkan pergerakan secara vertikal di dasar laut. Bersumber dari catatan sejarah, tsunami bukan bencana baru dalam kehidupan penduduk di Indonesia semenjak tahun 1600 hingga tahun 2007, Indonesia sudah mengalami beberapa kali bencana alam tsunami. Dalam jangkauan waktu itu Indonesia telah mengalami bencana alam tsunami kurang lebih 172 kali [6].

Dari penelitian terdahulu oleh Dimitris Kaimaris dan Petros Patias yaitu mengidentifikasi dan mengukur luas lahan terbangun menggunakan metode *Built-Up Index* (BUI) menjelaskan bahwa dengan menerapkan beberapa indeks seperti UI, NDBI, IBI, NBI, EBBI, dan BUI di lima kota, memiliki akurasi perbedaan (akurasi produsen) dari area yang dibangun berkisar dari 82,5% hingga 84,2%, sedangkan kesalahan perhitungan luas kawasan terbangun berkisar antara 4,6% hingga 14,2% [7].

Pada permasalahan yang ada maka penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi resiko kerusakan lahan terbangun yang diakibatkan tsunami berdasarkan analisis *Building Indices*. Daerah yang menjadi penelitian ini yaitu Kabupaten Kulon Progo yang memiliki 12 kecamatan. Analisis yang akan dilakukan dengan menggunakan indeks vegetasi *building indices Urban Index* (UI), *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), *Index-based, Built-up Index* (IBI), dan *Enhanced Built-up and Bareness Index* (EBBI). Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat dijadikan data untuk mengenali daerah lahan terbangun yang mengalami dampak kerusakan tinggi ataupun rendah akibat tsunami sehingga dapat memberikan kemudahan untuk memastikan tindakan yang efektif saat terjadi musibah tsunami.

2. METODE PENELITIAN

Metode dan Wilayah penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 1. Peta Wilayah Kabupaten Kulon Progo

Gambar 1 adalah peta wilayah Kabupaten Kulon Progo. Kabupaten Kulon Progo memiliki 12 kecamatan yaitu : Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, Galur, Girimulyo,

Identifikasi Wilayah Resiko Kerusakan Lahan Terbangun Sebagai Dampak Tsunami Berdasarkan Analisis Building Indices (Aurilia Dinda Permatasari)

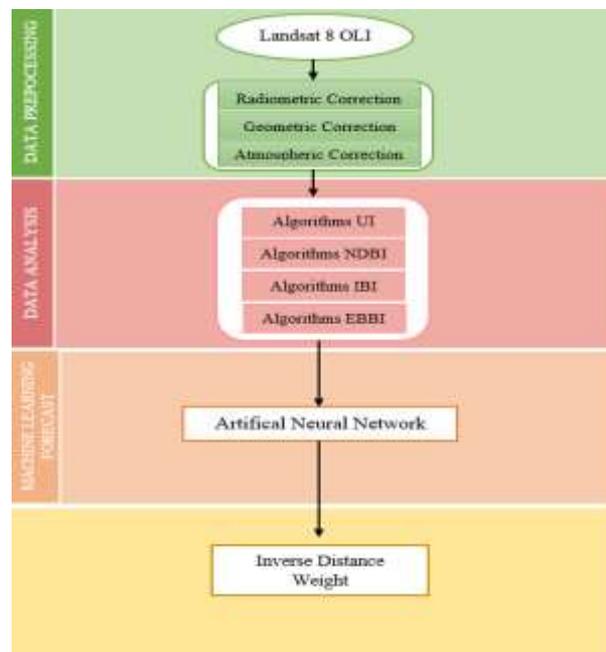
Kalibawang, Kokap, Lendah, Nanggulan, Pengasih, Samigaluh, dan Sentolo. Penelitian ini menggunakan data Citra Landsat 8 wilayah Kabupaten Kulon Progo dari tahun 2014-2021 yang bersumber dari website <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Berikut struktur proses klasifikasi dan prediksi yang akan dilakukan pada penelitian :

```
Input: data_indeks = x, y
      data_train = data training, data_test= data
testing,
      hl = hidden layer, pred=prediction
Classification ANN (y~x, data= data_test, hl = 1)
      for 1 to x do prediction in hl+=hl
end for
      calculation of accurasi (data test, pred)
```

Gambar 2. Klasifikasi dan Prediksi

Pada pengolahan data dilakukan koreksi citra secara *geometric*, *radiometric*, dan *atmosferic*. Data citra diolah dengan mengkombinasikan band menggunakan metode UI, NDBI, IBI, dan EBBI. Hasil dari klasifikasi dan prediksi yang didapatkan dengan menggunakan 75% data training dan 25% untuk data testing dengan metode ANN. Setelah didapatkan hasil dari metode ANN, data divisualisasikan dengan metode interpolasi inverse distance weight (IDW).



Gambar 3. Metode Penelitian

1. Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi ialah kehijauan dari nilai vegetasi yang diperoleh dengan pemrosesan sinyal digital dari data nilai pencahayaan dari beberapa saluran data sensor satelit [8]. Pada penelitian ini menggunakan beberapa indeks vegetasi yaitu Building Indices antara lain *Urban Index* (UI), *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), *Index-based Built-up Index* (IBI), dan *Enhanced Built-up and Bareness Index* (EBBI).

a. *Urban Index*

Urban Index (UI) suatu model yang merupakan perubahan yang efisien untuk membedakan bangunan dan alami, umumnya menggunakan saluran inframerah merah dekat, tengah, dan jauh karena peka terhadap perbedaan antara bahan bangunan dan alami seperti air, vegetasi, dan tanah terbuka. Keberadaan vegetasi dengan Lahan terbangun memiliki hubungan sangat terkait erat dengan persamaan 1 [9].

$$UI = \frac{(SWIR2-NIR)}{SWIR2+NIR} \quad (1)$$

b. *Normalized Difference Built-up Index*

Normalized Difference Built-up Index atau indeks lahan terbangun adalah algoritma yang menyatakan kepadatan lahan terbangun. NDBI sangat sensitif terhadap lahan yang tidak terjangkau dan luas. Algoritma ini digunakan karena merupakan perubahan yang paling umum untuk mengevaluasi indeks lahan terbangun dengan persamaan 2 [10].

$$NDBI = \frac{(SWIR-NIR)}{(SWIR+NIR)} \quad (2)$$

Tabel 1. Klasifikasi Nilai NDBI

Kelas	Nilai NDBI	Klasifikasi
1	-1 s/d 0	Non Pemukiman
2	0 s/d 0.1	Pemukiman Jarang
3	0.1 s/d 0.2	Pemukiman Rapat
4	0.2 s/d 0.3	Pemukiman Sangat Rapat

c. *Index-based Built-up Index*

Index-based Built-up Index (IBI) merupakan perubahan yang menggabungkan pemanfaatan lahan kota yang dibagi menjadi tiga kategori generalisasi lain yaitu : lahan terbangun, vegetasi, dan perairan dengan persamaan 3 [11].

$$IBI = \frac{\frac{2xSWIR1}{SWIR1+NIR} - (\frac{NIR}{NIR+RED} - \frac{GREEN}{GREEN+SWIR1})}{\frac{2xSWIR1}{SWIR1+NIR} + (\frac{NIR}{NIR+RED} - \frac{GREEN}{GREEN+SWIR1})} \quad (3)$$

d. *Enhanced Built-up and Bareness Index*

Enhanced Built-up and Bareness Index merupakan indeks penginderaan jauh yang menerapkan panjang gelombang 0,83 m, 1,65 m, dan 11,45 m, (NIR, SWIR, dan TIR)

Identifikasi Wilayah Resiko Kerusakan Lahan Terbangun Sebagai Dampak Tsunami Berdasarkan Analisis Building Indices (Aurilia Dinda Permatasari)

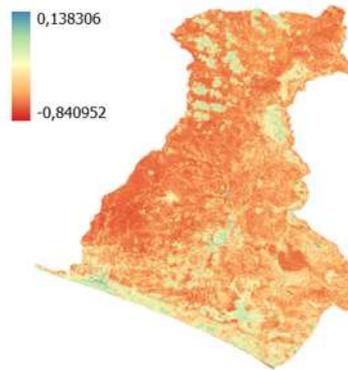
ke citra Landsat ETM+. Panjang gelombang ini dipilih berdasarkan rentang refleksi kontras dan penyerapan di area terbangun dan lahan kosong dengan persamaan 4 [12].

$$EBBI = \frac{SWIR - NIR}{10\sqrt{SWIR + TIRS}} \quad (4)$$

3. HASIL

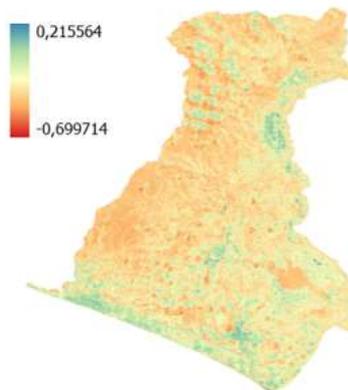
Data citra yang telah dikoreksi secara geometrik, radiometrik, dan atmosferik dan kemudian dianalisis menggunakan algoritma UI, NDBI, IBI, dan EBBI. Didapatkan hasil sebagai berikut :

$$UI = \frac{Band\ 7 - Band\ 5}{Band\ 7 + Band\ 5} =$$



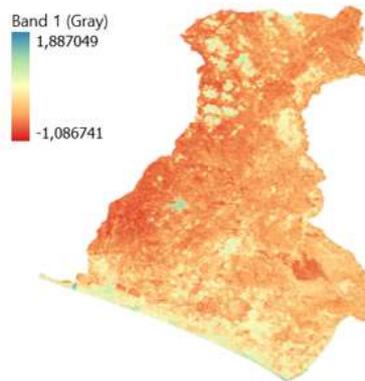
Gambar 4. Hasil UI

$$NDBI = \frac{(Band\ 6 - Band\ 5)}{(Band\ 6 + Band\ 5)} =$$



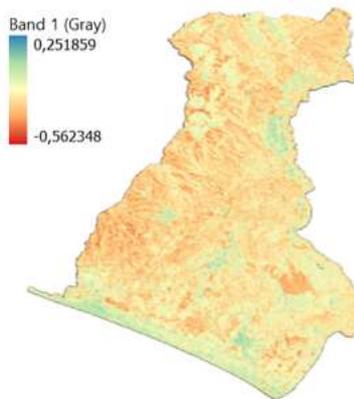
Gambar 5. Hasil NDBI

$$IBI = \frac{\frac{2 \times Band\ 6}{Band\ 6 + Band\ 5} - \left(\frac{Band\ 5}{Band\ 5 + Band\ 4} \frac{Band\ 3}{Band\ 3 + Band\ 6} \right)}{\frac{2 \times Band\ 6}{Band\ 6 + Band\ 5} + \left(\frac{Band\ 5}{Band\ 5 + Band\ 4} \frac{GREEN}{Band\ 3 + Band\ 6} \right)} =$$



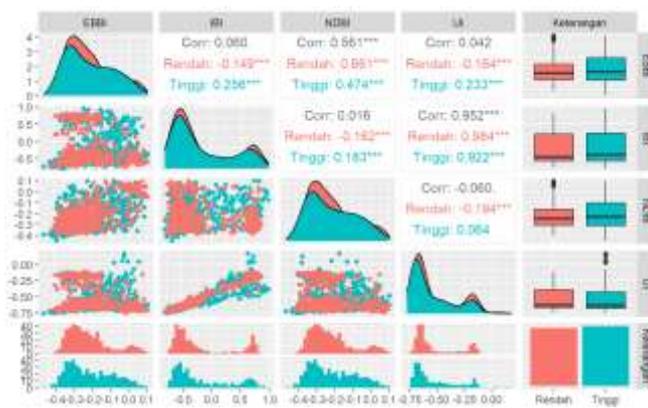
Gambar 6. Hasil IBI

$$EBBI = \frac{Band\ 6 - Band\ 5}{10\sqrt{Band\ 6 + Band\ 10}} =$$



Gambar 7. Hasil EBBI

Dalam pengolahan data dilakukan analisis korelasi agar dapat mengetahui hubungan antar indeks dengan mengkategorikan berdasarkan kerusakan wilayah tinggi atau rendah akibat tsunami.



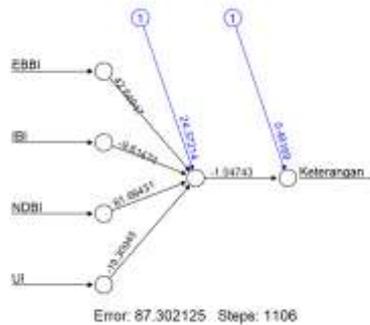
Gambar 8. Korelasi Menggunakan Scatterplot

Hasil analisis pada Gambar 8 dapat diketahui jika antar indeks vegetasi terdapat hubungan yang mempunyai korelasi positif dan negatif. Hubungan antara indeks vegetasi IBI dan UI mempunyai koefisien korelasi positif dan bernilai paling tinggi yaitu 0.952 dimana potensi

Identifikasi Wilayah Resiko Kerusakan Lahan Terbangun Sebagai Dampak Tsunami Berdasarkan Analisis Building Indices (Aurilia Dinda Permatasari)

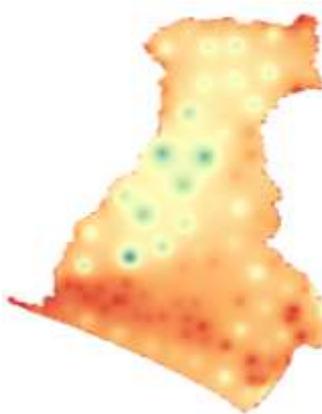
kerusakan rendah sebesar 0.931 dan kerusakan tinggi sebesar 0.985. Sedangkan hubungan antara NDBI dan UI merupakan korelasi dengan nilai terendah yaitu sebesar -0.060 dimana potensi kerusakan rendah sebesar 0.047 dan potensi kerusakan tinggi sebesar -0.228.

Selanjutnya akan dilakukan klasifikasi dengan menggunakan algoritma ANN (*Artificial Neural Network*) dengan jumlah hidden layer 1 agar mendapatkan hasil klasifikasi atau prediksi data yang akurat.



Gambar 9. Hasil Prediksi ANN

Dari gambar 9 yang terdiri dari EBBI, IBI, NDBI, dan UI dapat diketahui bahwa hasil prediksi menunjukkan error sebanyak 87.302125 dan mempunyai 1160 langkah. Pada prediksi ANN menghasilkan tingkat akurasi sebesar 94.50%. Selanjutnya memvisualisasikan persebaran wilayah resiko kerusakan lahan akibat tsunami menggunakan interpolasi *Inverse Distance Weight* (IDW).



Gambar 10. Wilayah Resiko Kerusakan Lahan Akibat Tsunami

Pada gambar 10 merupakan persebaran wilayah resiko kerusakan lahan akibat tsunami yang mempunyai bagian yang tampak menonjol atau seperti bagian titik merupakan *centroid*. Hasil dari interpolasi indeks vegetasi dan hasil prediksi selanjutnya dikelompokkan sesuai warna dimana resiko kerusakan lahan akibat tsunami rendah memiliki warna hijau, biru muda ke biru tua dan resiko kerusakan lahan akibat tsunami tinggi warna merah atau oranye. Daerah yang berwarna merah ada 18 desa antara lain desa Jingkaran, Sindutan, Palihan, Glagah, Karangwuluh, Janten, Temon Kulon, Kedundang, Sogan, Kalidengen, Ngestiharjo, Depok, Kanoman, Panjatan, Wahyuharjo, Pandowan, Nomporejo, dan Kranggan.

4. DISKUSI

Berdasarkan penelitian sebelumnya menurut Yudo Prasetyo, Nurhadi Bashit, dan Bandi Sasmito hasil validasi pengolahan citra menggunakan *bandmath* IBI yang dilakukan pada sampel berjumlah 36 titik yang tersebar di seluruh Kota Jakarta Utara berupa tutupan lahan non bangunan. Titik sampel menunjukkan bahwa 34 titik sampel sesuai dengan hasil pengolahan citra, berdasarkan hasil tersebut didapatkan tingkat kesesuaiannya sebesar 94% [11]

Penelitian dari Adenan Yandra Nofrizal pada penelitian yang berjudul *Normalized Difference Built-Upindex* (NDBI) Sebagai Parameter Identifikasi Perkembangan Permukiman Kumuh Pada Kawasan Pesisir Di Kelurahan Kalang Kawal, Kecamatan Gunung Kijang, Kabupaten Bintan. Hasil identifikasi diperoleh dengan survey lapangan yaitu perkembangan permukiman kumuh pada kawasan pesisir di Kelurahan Kalang Kawal, Kecamatan Gunung Kijang, Kabupaten Bintan sebesar 4,69 Hektare atau sekita 20% setiap tahunnya [13].

Dari penelitian Nurhadi Bashit, Yudo Prasetyo Abdi Sukmono, dan Widi Wicaksono yaitu Analisis Pola Spasial Lahan Terbangun Menggunakan Multitemporal Citra Satelit di Kota Pekalongan dengan metode NDBI, SAVI, MNDWI, dan IBI hasil klasifikasi lahan terbangun menghasilkan akurasi keseluruhan 89,39%. Keakuratan hasil klasifikasi lahan terbangun dengan metode IBI dapat dikatakan baik [10].

Pada penelitian yang berjudul Evaluasi Dinamika Area Terbangun di Awal *Ring of Cluj-Napoca* Metropolitan Area, Rumania oleh Analisis GIS Semi- Otomatis dari Landsat Gambar Satelit dengan menggunakan metode NDBI, UI, EBBI, dan IBI dapat dihasilkan nilai validasi keseluruhan lebih dari 85% untuk semua gambar yang dianalisis [14].

Dari beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa ada beberapa metode yang sama dalam melakukan penelitian yaitu metode UI, NDBI, IBI, dan EBBI. Namun permasalahan yang akan diteliti pada kasus ini adalah mengidentifikasi wilayah resiko kerusakan lahan terbangun sebagai dampak tsunami berdasarkan analisis *building indices*. Dari penelitian yang akan dilakukan

diharapkan dapat memberikan informasi pada masyarakat di Kabupaten Kulon Progo mengenai wilayah yang beresiko terkena dampak tsunami sehingga masyarakat dapat meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana tsunami.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan dapat diketahui bahwa dengan prediksi algoritma ANN mendapatkan akurasi sebesar 94.50%. Dan wilayah yang beresiko mengalami kerusakan lahan akibat tsunami ada 18 desa antara lain desa Jingkaran, Sindutan, Palihan, Glagah, Karangwuluh, Janten, Temon Kulon, Kedundang, Sogan, Kalidengen, Ngestiharjo, Depok, Kanoman, Panjatan, Wahyuharjo, Pandowan, Nomporejo, dan Kranggan. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memasukkan perbandingan hasil akurasi dengan metode-metode lainnya dan menambahkan jumlah hidden layer agar meningkatkan hasil akurasi.

REFERENCES

- [1] K. S. Utomo, C. Muryani, and S. Nugraha, "Kajian Kesiapsiagaan Terhadap Bencana Tsunami Di Kecamatan Puring Kabupaten Kebumen Tahun 2016," *GeoEco*, vol. 4, no. 1, pp. 68–76, 2018, doi: 10.20961/ge.v4i1.19180.
- [2] F. Aco, "Mitigasi Bencana Berbasis Dana Desa Dalam Menghadapi Bahaya Tebing Rawan Sepanjang Pantai di Gunungkidul," *J. Enersia Publika*, vol. 3, no. 2, pp. 139–155, 2019.
- [3] T. N. Lina, E. Sediyono, and S. Y. J. Prasetyo, "Analisis Pemanfaatan Kawasan Wilayah Pesisir Menggunakan Local Indicators of Spatial Association (Lisa) (Studi Kasus :

- Kabupaten Kulon Progo),” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 781, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1608.
- [4] A. Widyawati, G. Handoyo, and A. Satriadi, “Kajian Kerentanan Bencana Tsunami Di Pesisir Kabupaten Kulon Progo Provinsi D. I. Yogyakarta,” *J. Mar. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 103–110, 2013.
- [5] T. Tarigan *et al.*, “Analisa Spasial Kerawanan Bencana Tsunami Di Wilayah Pesisir Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta,” *J. Oceanogr.*, vol. 4, no. 4, pp. 700–705, 2015.
- [6] E. Yumanda and M. A. I. Pakereng, “Klasifikasi Resiko Kerusakan Lahan Akibat Tsunami Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kabupaten Bantul,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1496–1507, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1109.
- [7] D. Kaimaris and P. Patias, “Identification and Area Measurement of the Built-up Area with the Built-up Index (BUI),” *Int. J. Adv. Remote Sens. GIS*, vol. 5, no. 1, pp. 1844–1858, 2016, doi: 10.23953/cloud.ijarsg.64.
- [8] Y. Riko, A. I. Meha, and S. Y. J. Prasetyo, “Perubahan Konversi Lahan Menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Kota Salatiga),” *Indones. J. Comput. Model.*, vol. 1, pp. 25–30, 2019.
- [9] N. Bashit, Y. Prasetyo, A. Sukmono, and W. Wicaksono, “Kajian Pengembangan Lahan Terbangun Kota Pekaongan Menggunakan Metode Urban Index (UI),” *J. Geod. dan Geomatika*, vol. 02, no. 02, pp. 12–18, 2019.
- [10] N. Bashit, Y. Prasetyo, and A. Sukmono, “Analysis of Built-up Land Spatial Patterns Using Multitemporal Satellite Imagery in Pekalongan City,” *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 356–362, 2020, doi: 10.30871/jagi.v4i2.2014.
- [11] Y. Prasetyo, N. Bashit, and B. Sasmito, “Kajian Perubahan Pola Kawasan Terbangun Berdasarkan Metode Index-Based Built-Up Index (IBI) di Jakarta Utara,” *J. Geod. dan Geomatika*, vol. 3, no. 2, pp. 164–168, 2020.
- [12] A. R. As-syakur, I. W. S. Adnyana, I. W. Arthana, and I. W. Nuarsa, “Enhanced built-UP and bareness index (EBBI) for mapping built-UP and bare land in an urban area,” *Remote Sens.*, vol. 4, no. 10, pp. 2957–2970, 2012, doi: 10.3390/rs4102957.
- [13] A. Y. Nofrizal, “Normalized Difference Built-Upindex (Ndbi) Sebagai Parameter Identifikasi Perkembangan Permukiman Kumuh Pada Kawasan Pesisir Di Kelurahan Kalang Kawal, Kecamatan Gunung Kijang, Kabupaten Bintan,” *Tunas Geogr.*, vol. 6, no. 2, p. 143, 2017, doi: 10.24114/tgeo.v6i2.8572.
- [14] B. E. Dolean *et al.*, “Evaluation of the built-up area dynamics in the first ring of cluj- napoca metropolitan area, romania by semi-automatic gis analysis of landsat satellite images,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 21, pp. 1–20, 2020, doi: 10.3390/app10217722.