

Analisis Peta Rawan Banjir Metode Pembobotan dan Peta Genangan Banjir Metode NDWI terhadap Kejadian Banjir (Studi Kasus: Kabupaten Sidoarjo)

Analysis of Weighting Flood Prone Map Method and Flood Inundation Map with NDWI Method for Flood Event (Case Study: Sidoarjo District)

Alkindi Gifty Ramadhan, Hepi Hapsari Handayani, M. Rohmaneo Darminto*

Departemen Teknik Geomatika, FTSPK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*Korespondensi penulis: rohmaneo@its.ac.id

Diterima: 01032021; Diperbaiki: 14042021; Disetujui: 01042022; Dipublikasi: 10042022

Abstrak: Perkembangan Sistem Informasi Geografis dan penginderaan jauh memberikan manfaat di berbagai bidang, salah satunya adalah kebencanaan. Banjir merupakan bencana yang rawan terjadi di negara-negara tropis yang memiliki curah hujan tinggi. Kabupaten Sidoarjo mengalami genangan banjir hampir setiap tahun. Pemanfaatan SIG dan penginderaan jauh dapat meminimalkan dampak bencana banjir. Peta rawan banjir bertujuan untuk memetakan wilayah yang berpotensi terjadi banjir dengan menerapkan metode skoring dan pembobotan parameter-parameter penyebab terjadinya genangan banjir. Penginderaan jauh bisa dimanfaatkan untuk mendeteksi genangan banjir yang terjadi dengan menerapkan analisis *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Pemanfaatan kedua analisis ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sebaran kelas tingkat kerawanan banjir dari genangan banjir yang terjadi di Kabupaten Sidoarjo. Daerah rawan banjir diidentifikasi menggunakan metode skoring dan pembobotan parameter untuk mengetahui sebaran tingkat kerawanan banjir di wilayah Kabupaten Sidoarjo. Parameter tingkat kerawanan banjir yang digunakan meliputi tutupan lahan, kelereng, curah hujan, densitas drainase, dan jenis tanah. Genangan banjir didapatkan dari analisis NDWI pada *platform Google Earth Engine* (GEE). Data citra pada musim kemarau dan hujan yang di-threshold sebesar $<0,3$ untuk mengeliminasi data yang dianggap non-air sehingga menghasilkan genangan banjirnya. Hasil pengolahan menunjukkan tingkat rawan banjir di Kabupaten Sidoarjo yang terbagi menjadi empat kelas yaitu kelas rawan dengan 17.06%, kelas sedang dengan 65.10%, kelas kurang rawan dengan 17.84%, dan kelas aman dengan 0,00% dari luas wilayah Kabupaten Sidoarjo dengan mayoritas daerahnya dalam kelas rawan di Kecamatan Jabon dan Sedati. Peta genangan banjir dan peta rawan banjir sesuai terhadap kejadian banjir dari BPBD Kabupaten Sidoarjo karena hasil analisis menunjukkan bahwa kejadian genangan banjir dengan kelas rawan sebesar 86,56% dari total luas kejadian genangan banjir.

Copyright © 2022 Geoid. All rights reserved.

Abstract: The development of Geographic Information System and remote sensing technologies has provided benefits in disaster mitigation. Floods occur in tropical countries that have high rainfall. Sidoarjo District experiences flood inundation almost every year. The utilization of GIS and remote sensing can minimize the effect of flooding. The flood vulnerability map aims to map the areas where floods occur by applying the scoring weighting parameters that cause flood inundation. Remote sensing can be used to monitor flood inundation by applying NDWI analysis. The use of these two analyzes aims to see how the class distribution of flood hazard levels from flood inundation that occurs in Sidoarjo District. Flood-prone areas identified using the scoring and weighting process are carried out by giving weight of each parameter to see the distribution of flood hazard levels in the Sidoarjo District area. Flood hazard level parameters used include land cover, slope, rainfall, drainage density, and soil type. Flood inundation is obtained from NDWI analysis on the *Google Earth Engine* (GEE). Imagery data in the dry and rainy season with a threshold of less than 0.3 is used to eliminate non-water data to produce puddles. The dry season and rainy season puddles are then overlaid to get the flood inundation. The processing results show the level of flood-prone in Sidoarjo District which is divided into four classes with the "vulnerable" class of 17.06% that is majorly in Jabon and Sedati Sub-District, the "moderate" class of 65.10%, the "less vulnerable" class of 17.84%, and the "safe" class with 0.00% of the total area of Sidoarjo District. The flood inundation and flood vulnerability maps are in line with the flood incidence of the BPBD Sidoarjo District data because the analysis reveals that the incidence of flood inundation with the "vulnerable" class is 86.56% of the incidence flood inundation area.

Kata kunci: Peta Rawan Banjir, Genangan Banjir, Skoring, Pembobotan, NDWI, *Google Earth Engine*.

Cara untuk sitasi: Ramadhan, A. G., Handayani, H. H., Darminto, M. R. (2022). Analisis Peta Rawan Banjir Metode Pembobotan dan Peta Genangan Banjir Metode NDWI terhadap Kejadian Banjir (Studi Kasus: Kabupaten Sidoarjo). *Geoid*, 17(2), 232-244.

Pendahuluan

Banjir merupakan suatu peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air meningkat. Permasalahan banjir dapat ditimbulkan oleh berbagai faktor diantaranya elemen meteorologi, karakteristik fisik DAS, dan manusia. Saat ini permasalahan banjir telah banyak melanda daerah-daerah yang cukup potensial, seperti Kabupaten Sidoarjo. Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu penyangga Ibukota Provinsi Jawa Timur yang mengalami perkembangan pesat. Pemerintah telah menjadikan Kabupaten Sidoarjo sebagai kota industri. Dengan demikian, pembangunan gedung-gedung dan jalan raya serta bangunan fasilitas penunjang lainnya akan terus meningkat. Pembangunan yang berkelanjutan ini akan berdampak negatif jika tidak diimbangi dengan sarana drainase yang memadai. Hal tersebut dapat mengakibatkan menurunnya respon kawasan konservasi terhadap masuknya air hujan yang berpotensi terjadi banjir atau genangan (BBWS Brantas, 2011 pada Purnawali, Hariyanto, dan Pratomo, 2018).

Menurut data BNPB (2016) banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi di Kabupaten Sidoarjo. Banjir atau genangan sering terjadi di wilayah kerja Pusat Pengendalian Lumpur Sidoarjo (PPLS) tepatnya di Desa Siring, Ketapang, Pamotan, Kali Tengah, Mindi, dan Pejarakan. Dampak dari banjir atau genangan ini menyebabkan tergenangnya Jalan Raya Porong dan rel kereta api Sidoarjo-Malang (Prasetyo, 2019). Permasalahan banjir jika tidak segera diatasi akan menyebabkan dampak yang berkelanjutan.

Salah satu cara untuk mengurangi dampak akibat banjir dapat dilakukan dengan memetakan daerah yang rawan terjadi banjir. Pemetaan ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk melakukan analisis terhadap parameter-parameter banjir. Selain pemanfaatan teknologi SIG, teknik penginderaan jauh juga dapat berperan untuk mengetahui kejadian banjir. Teknik ini mampu mendeteksi area genangan berdasarkan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) untuk membedakan atau memisahkan antara area banjir dan non-banjir menggunakan citra (Suwarsono, Nugroho, dan Wiweka, 2013). Teknik ini memanfaatkan salah satu platform pengolahan SIG berbasis *cloud* untuk analisis dan pengambilan keputusan. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengevaluasi daerah rawan banjir dengan peta rawan banjir. Sehingga dapat diketahui sebaran tingkat kerawanan banjir dari genangannya dalam bentuk luas genangan di tiap kelas kerawanan banjir Kabupaten Sidoarjo.

Data dan Metode

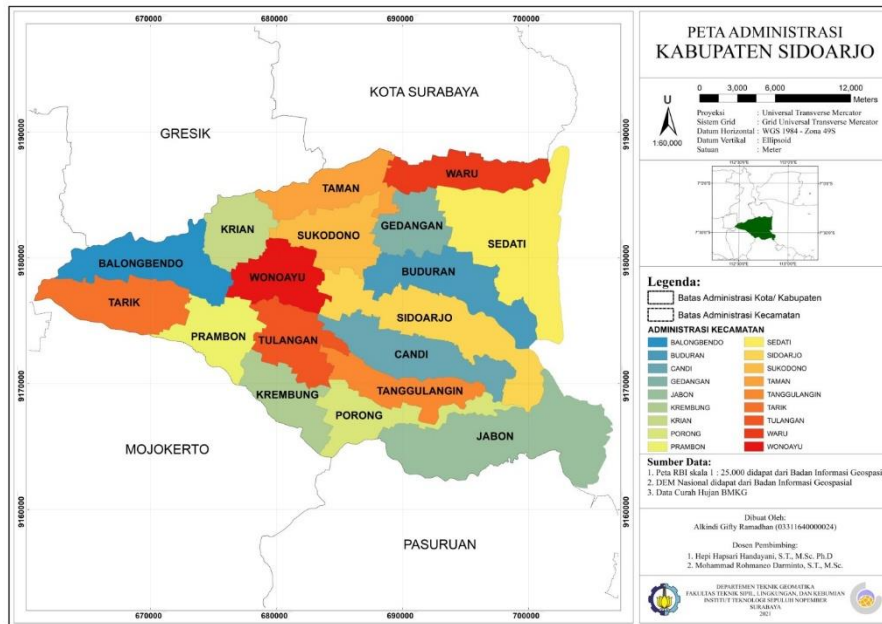
Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Sidoarjo. Wilayah ini berada pada koordinat 07°03'00"-07°5'00" Lintang Selatan dan 112°5'00"-112°09'00" Bujur Timur, seperti tersaji dalam Gambar 1.

Kabupaten Sidoarjo berbatasan langsung dengan Selat Madura di sebelah timur. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Mojokerto. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto dan sebelah utara berbatasan dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo, daerah ini memiliki luas wilayah 714,243 km² dengan jumlah penduduk 2,27 juta jiwa.

Data yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Peta RBI Kabupaten Sidoarjo skala 1:25.000 untuk batas administrasi, data sungai, dan data drainase.
2. Data citra satelit Sentinel-2 Level-2A bulan Juli 2019 – Juni 2020
3. Data jenis tanah Kabupaten Sidoarjo skala 1:50.000, dari Dinas Pertanian Kabupaten Sidoarjo tahun 2016
4. Data curah hujan bulan Juli 2019 – Juni 2020 di Stasiun Maritim Tanjung Perak, Stasiun Meteorologi Juanda, Stasiun Meteorologi Pasuruan, dan Stasiun Meteorologi Perak 1

- 5. Data DEM dari DEMNAS resolusi 8m.
- 6. Data citra satelit Sentinel-2 Level-1C Juli 2019 – Juni 2020



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo

Pengolahan data untuk peta rawan banjir dilakukan dengan reklasifikasi setiap parameter. Parameter yang sudah direklasifikasi kemudian diberikan skor dan bobot sesuai dengan pengaruhnya terhadap terjadinya genangan banjir. Semua parameter di-*overlay* yang hasilnya ditambahkan perhitungan indeks kerawanan banjir untuk menentukan suatu daerah masuk dalam kelas rawan, sedang, kurang rawan, atau aman.

Pengolahan data untuk peta genangan banjir dilakukan di *platform* GEE. Diawali dengan mencari data citra satelit Sentinel-2 Level-1C dari Juli 2019 – Juni 2020. Data citra yang didapatkan dibagi menjadi dua yaitu musim kemarau dan musim hujan yang kemudian dianalisis NDWI data citra di kedua musim. Hasil analisis NDWI kemudian di-*threshold* dengan nilai *threshold* 0,3 (McFeeters, 2013) untuk membedakan air dan non-air sehingga didapatkan genangan airnya. Genangan air dari musim kemarau dan musim hujan di-*overlay* untuk mendapatkan genangan banjir.

Analisis sebaran tingkat kerawanan banjir pada genangan banjir dilakukan dengan *overlay* peta rawan banjir dengan peta genangan banjir. Hasil *overlay* digunakan untuk mendapatkan informasi luasan dan sebaran lokasi genangan banjir serta tingkat kerawanannya.

Hasil dan Pembahasan

Proses skoring dan pembobotan dilakukan berdasarkan Tabel 1.

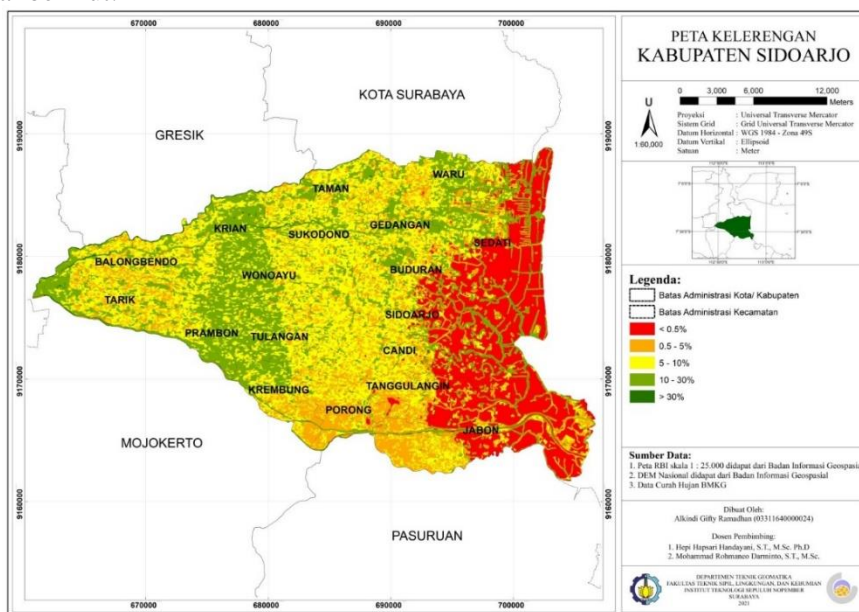
Tabel 1. Skoring dan Pembobotan Parameter Kerawanan Banjir (Purnawali, Hariyanto, dan Pratomo, 2018; dan modifikasi)

| Parameter | Kelas | Skor | Bobot (%) | Total |
|---|----------|------|-----------|-------|
| Kelerengan (Haynes, 1998; dan modifikasi) | <0,5% | 9 | 10 | 0,9 |
| | 0,5 - 5% | 7 | | 0,7 |
| | 5 - 10% | 5 | | 0,5 |
| | 10 - 30% | 3 | | 0,3 |
| | >30% | 1 | | 0,1 |

| | | | | |
|---|---|---|----|------|
| Jenis Tanah (Asdak, 2015; dan modifikasi) | Aluvial, Planosol, Hidromorf Kelabu, Laterik Air Tanah | 9 | | 0,9 |
| | Latosol | 7 | | 0,7 |
| | Tanah Hutan Coklat, Tanah Mediterran | 5 | 10 | 0,5 |
| | Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsolik | 3 | | 0,3 |
| | Regosol, Litosol, Organosol, Renzina | 1 | | 0,1 |
| Curah Hujan (BMKG,2020) | >100 mm/hari (<i>Very Heavy Rain</i>) | 9 | | 2,25 |
| | 50 - 100 mm/hari (<i>Heavy Rain</i>) | 7 | | 1,75 |
| | 20 - 50 mm/hari (<i>Moderate Rain</i>) | 5 | 25 | 1,25 |
| | 5 - 20 mm/hari (<i>Light Rain</i>) | 3 | | 0,75 |
| | <5 mm/hari (<i>Very Light Rain</i>) | 1 | | 0,25 |
| Tutupan Lahan (Anderson, 1976; dan modifikasi) | Badan Air | 9 | | 3,15 |
| | Permukiman | 7 | | 2,45 |
| | Sawah/Tambak | 5 | 35 | 1,75 |
| | Mangrove | 3 | | 1,05 |
| | Lahan Kosong | 1 | | 0,35 |
| Densitas Drainase (Rimba, dkk., 2017) | >0.005740 (<i>Very Dense</i>) | 9 | | 1,8 |
| | 0.004306-0.00574 (<i>Dense</i>) | 7 | | 1,4 |
| | 0.00288-0.004305 (<i>Moderate Dense</i>) | 5 | 20 | 1 |
| | 0.0014345-0.00287 (<i>Light Dense</i>) | 3 | | 0,6 |
| | <0.001434 (<i>Least Dense</i>) | 1 | | 0,2 |

1. Kelerengan

Kemiringan lereng pada penelitian ini dibuat berdasarkan hasil pengolahan data DEMNAS menggunakan metode *slope* pada perangkat lunak pengolahan data spasial ArcGIS. Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Hasil klasifikasi dan *skoring* kelerengan didapatkan peta kelerengan sebagai berikut:

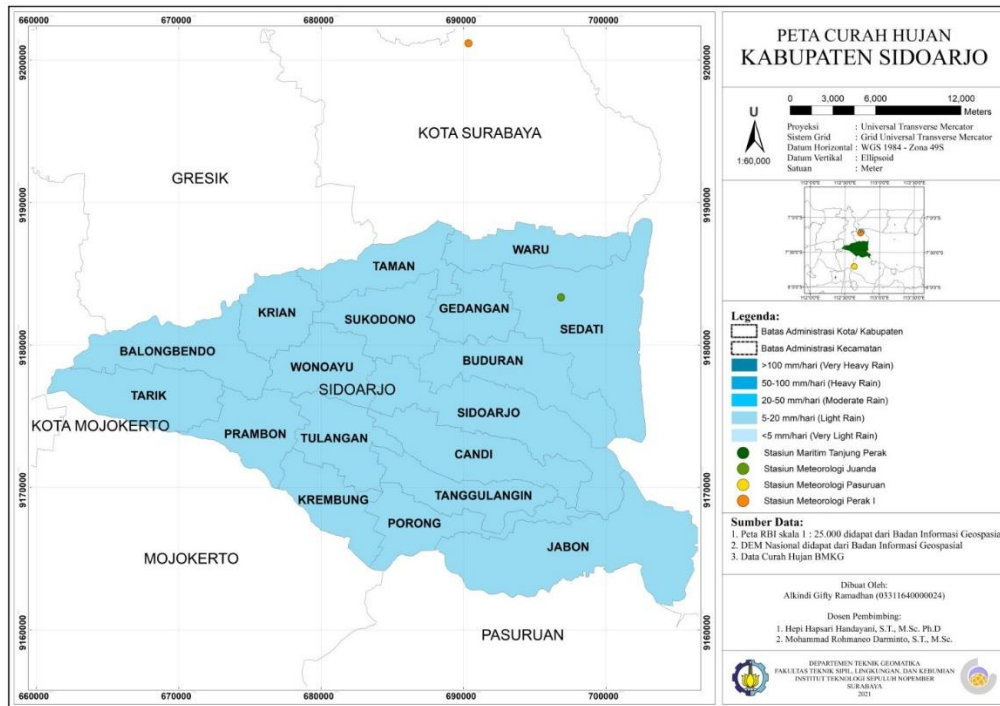


Gambar 2. Peta Kelerengan

Dari peta kelerengan didapatkan bahwa Kabupaten Sidoarjo memiliki wilayah yang relatif datar dengan mayoritas kelerengan 5-10%.

2. Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini didapat dari lima stasiun terdekat dengan lokasi penelitian. Setelah diproses dengan metode interpolasi didapatkan peta curah hujan dengan klasifikasi yang telah ditentukan sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 3.



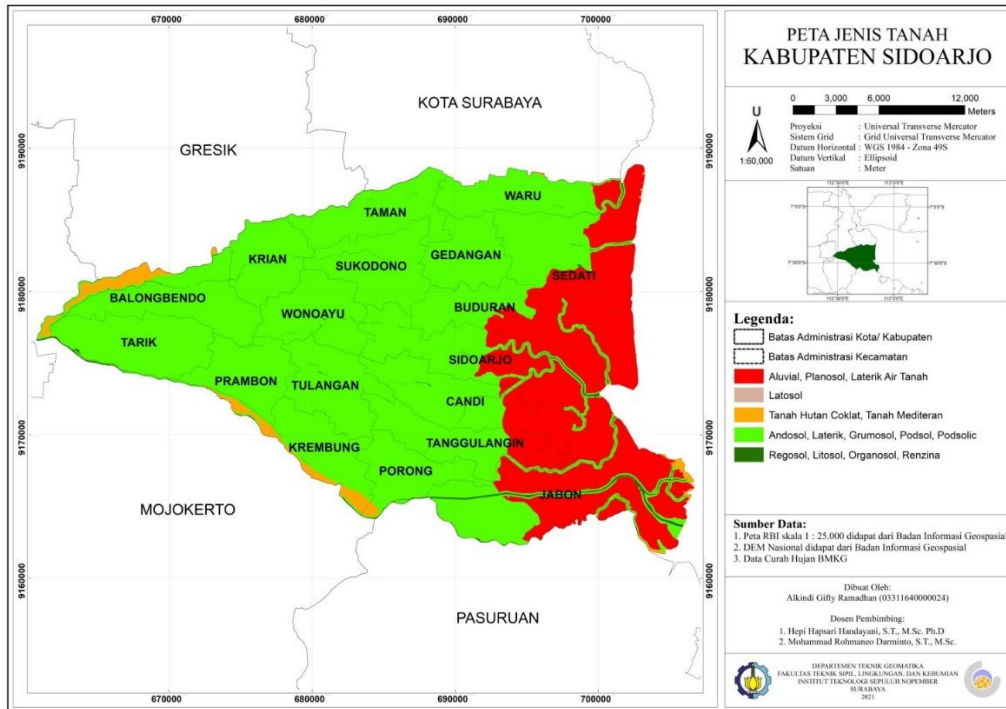
Gambar 3. Peta Curah Hujan

Berdasarkan peta curah hujan, Kabupaten Sidoarjo pada Juli 2019 – Juni 2020 didominasi oleh intensitas curah hujan dengan kelas 5-20 (*Light Rain*) dengan luas 93,84%. Intensitas curah hujan yang terjadi secara terus-menerus dan lama akan dapat mempengaruhi terjadinya banjir di daerah tersebut.

3. Jenis Tanah

Klasifikasi jenis tanah diperoleh dari data . Peta jenis tanah dibuat berdasarkan klasifikasi dengan lima kelas berdasarkan tingkat penyerapan air. Gambar 4 menunjukkan peta jenis tanah di Kabupaten Sidoarjo.

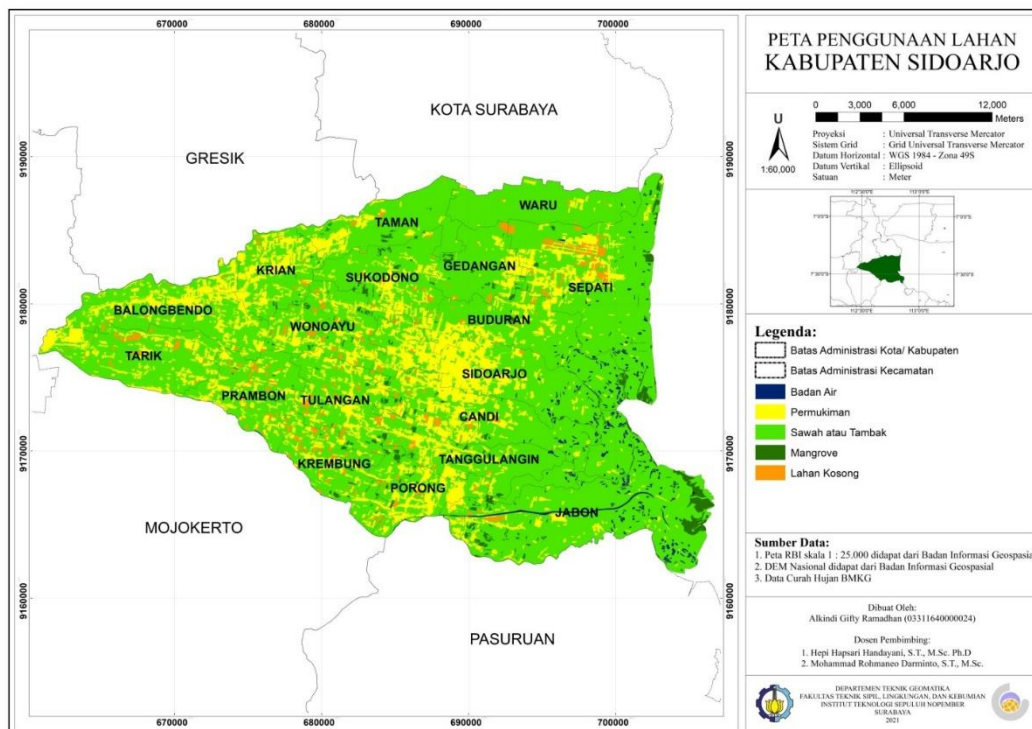
Berdasarkan peta jenis tanah dapat dilihat bahwa Kabupaten Sidoarjo didominasi oleh jenis tanah andosol, laterik, grumosol, podsol, dan podsolic dengan luas mencapai 72,75%. Tanah jenis ini memiliki tingkat infiltrasi cenderung tinggi.



Gambar 4. Peta Jenis Tanah

4. Tutupan Lahan

Tutupan lahan didapatkan dari hasil klasifikasi Citra Sentinel-2 Level 2A dengan resolusi band *red*, *green*, dan *blue* sebesar 10m menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood*. Wilayah Kabupaten Sidoarjo sebagai wilayah penelitian diklasifikasikan dalam lima kelas yaitu badan air, pemukiman, sawah/tambak, mangrove, dan lahan kosong. Adapun hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.

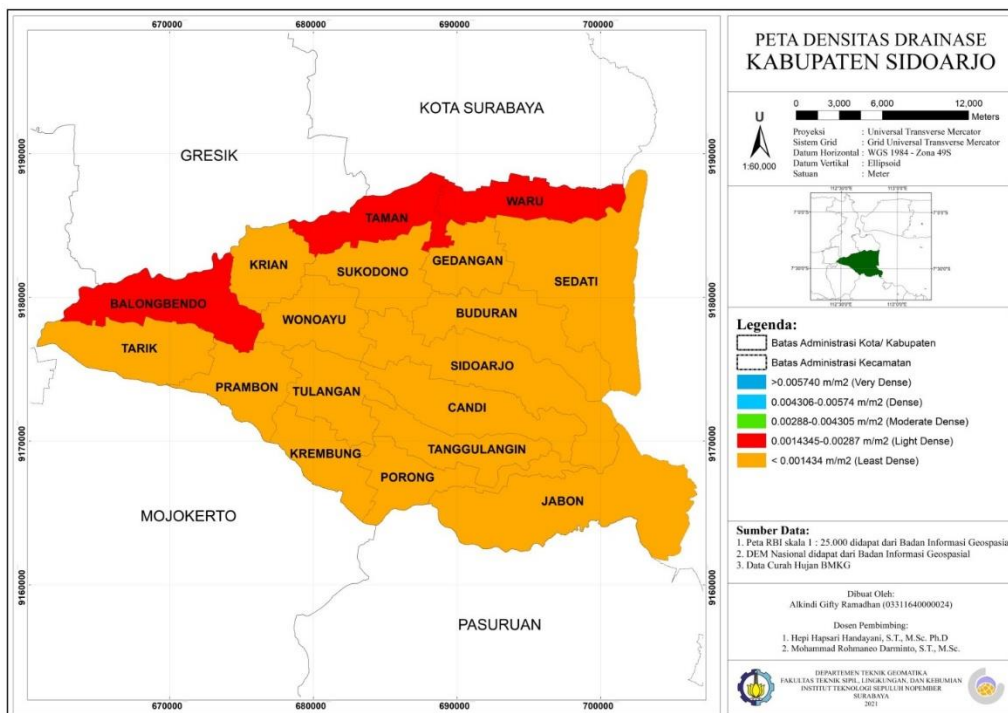


Gambar 5. Peta Tutupan Lahan

Berdasarkan peta tutupan lahan dan perhitungan luasan yang dihasilkan, sebagian besar wilayah didominasi oleh sawah/tambak dengan luas mencapai 73.87%. Jenis tutupan lahan mempengaruhi kerawanan banjir suatu daerah. Penggunaan lahan akan berperan pada besarnya air limpasan dari hujan yang melebihi kemampuan infiltrasi. Lahan yang banyak ditanami oleh vegetasi maka air hujan akan banyak diinfiltrasi dan lebih banyak waktu yang ditempuh oleh limpasan untuk sampai ke sungai sehingga kemungkinan banjir lebih kecil daripada daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi.

5. Densitas Drainase

Densitas drainase memiliki pengaruh terhadap kerawanan banjir. Densitas drainase yang terdapat di wilayah Kabupaten Sidoarjo diklasifikasi dalam lima kelas yaitu *very dense*, *dense*, *moderate dense*, *light dense* dan *least dense*. Berikut adalah peta densitas drainase Kabupaten Sidoarjo.



Gambar 6. Peta Densitas Drainase

Berdasarkan peta densitas drainase, Kabupaten Sidoarjo didominasi oleh kelas *least dense* dengan luasan 85,23%.

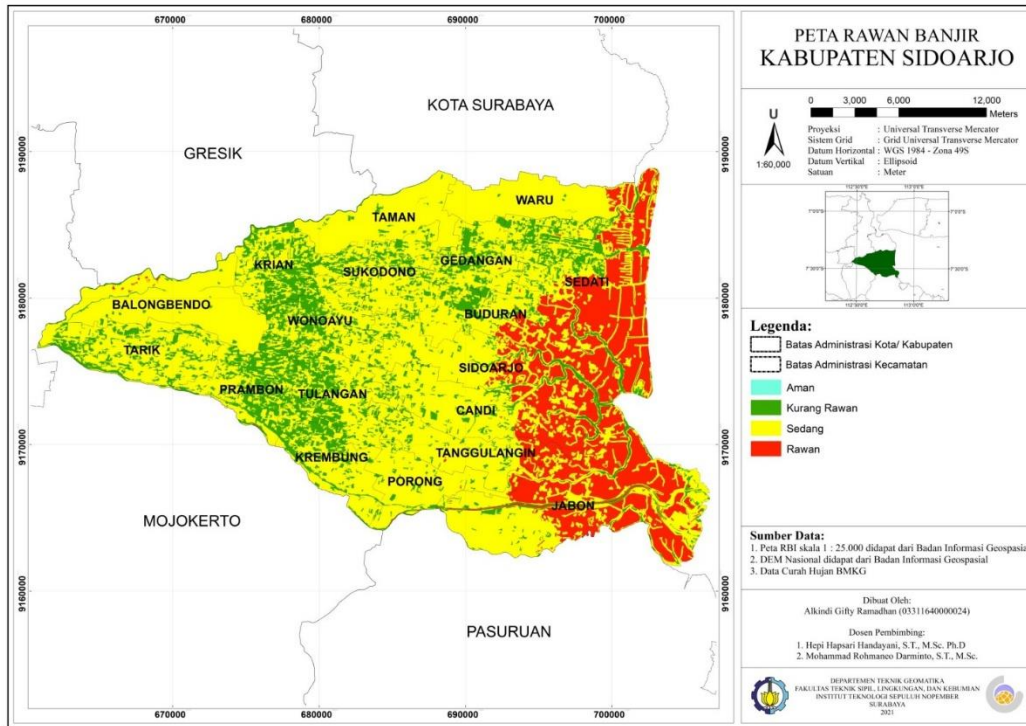
6. Peta Rawan Banjir

Tabel 2. Indeks Kerawanan Banjir

| Kelas | Nilai Indeks Kerawanan Banjir |
|--------------|-------------------------------|
| Rawan | $6.75 < x < 9$ |
| Sedang | $4.45 < x < 6.75$ |
| Kurang Rawan | $2.25 < x < 4.45$ |
| Aman | $0 > 2.25$ |

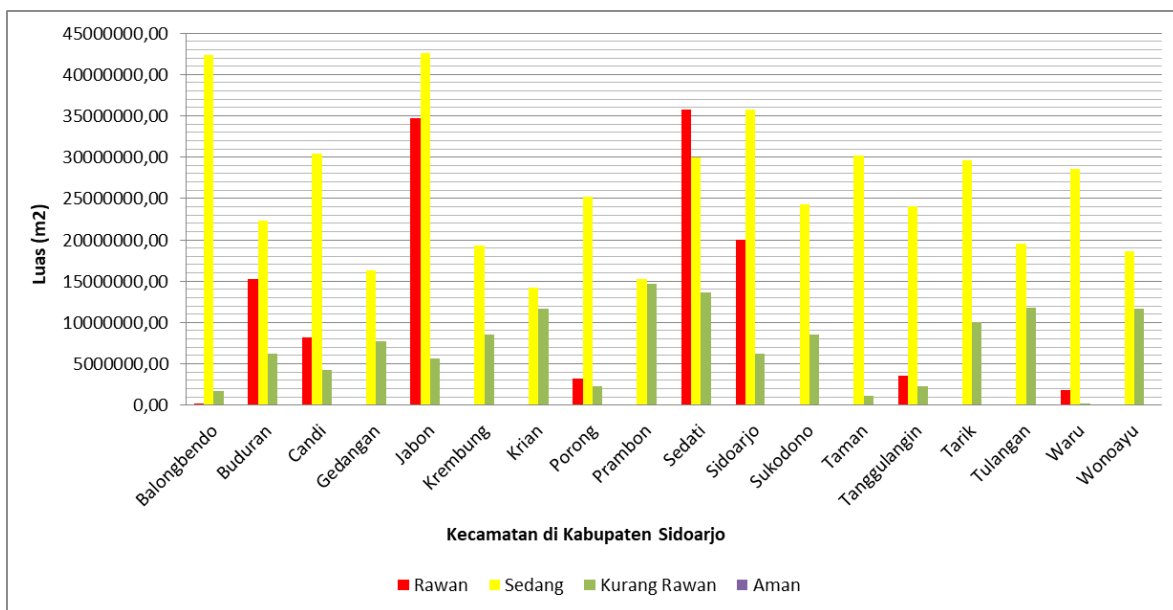
Peta rawan banjir didapatkan dari penggabungan parameter-parameter terjadinya genangan banjir yaitu peta kelerengan, peta curah hujan, peta jenis tanah, peta tutupan lahan, dan peta *densitas drainase*. Kelima parameter tersebut di-*overlay* dengan *tool Union* dan dilakukan perhitungan indeks kerawanan banjir

mengetahui kelas tingkat kerawanan banjirnya setiap daerah. Kelas tingkat kerawanan banjir dijelaskan pada Tabel 2. Indeks kerawanan banjir hasil dari perhitungan kemudian diberikan keterangan untuk masing-masing kelas kerawanannya sehingga menjadi peta rawan banjir pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Rawan Banjir

Kecamatan yang memiliki wilayah rawan banjir yang luas ada di Kecamatan Jabon dan Kecamatan Sedati. Kedua kecamatan ini memiliki daerah rawan yang lebih luas dari kecamatan-kecamatan lainnya dikarenakan parameter tutupan lahan yang didominasi sawah atau tambak, parameter jenis tanah yang didominasi oleh jenis tanah yang tingkat infiltrasinya rendah, dan parameter kelerengannya pada kelas <math><0.5\%</math> yang memiliki pengaruh yang besar dalam pembobotan pada pembuatan peta rawan banjir Kabupaten Sidoarjo. Sebaran tingkat kerawanan banjir ditunjukkan pada diagram berikut.

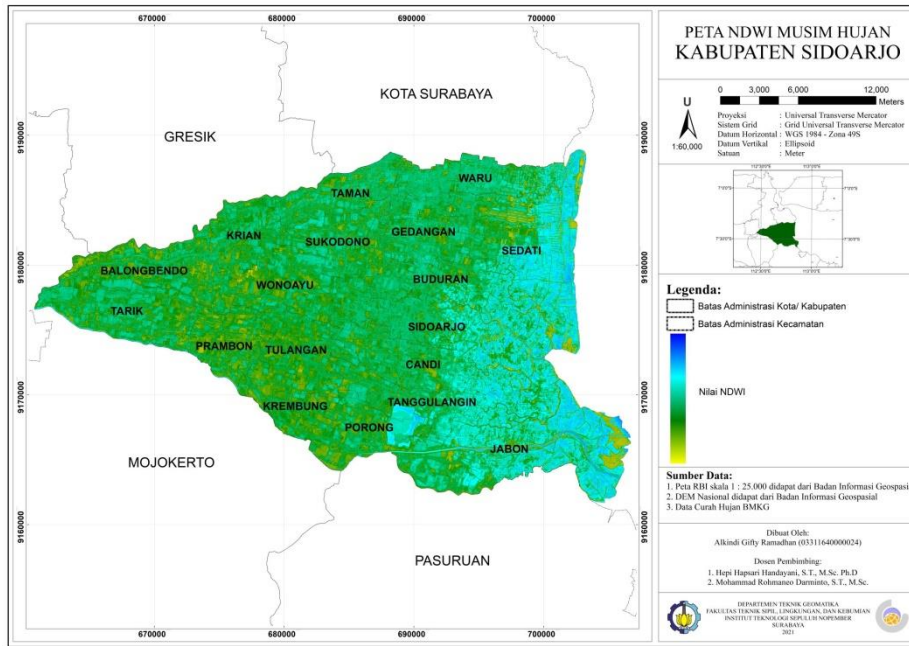


Gambar 8. Diagram Sebaran Kelas Kerawanan Banjir Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo

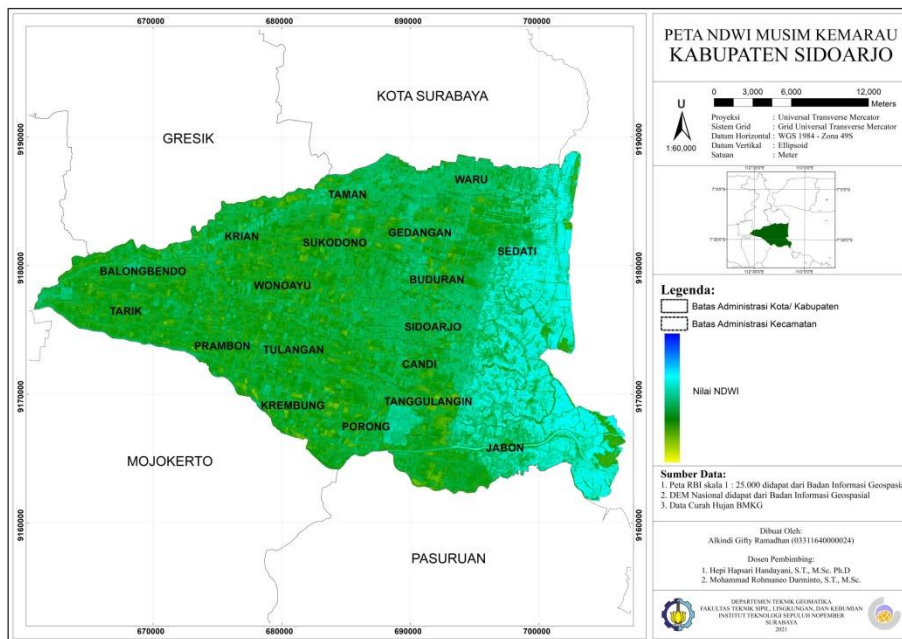
7. Genangan Air

Analisis NDWI dilakukan pada platform GEE. *Normalized Difference Water Index* (NDWI), yang diperkenalkan pertama kali pada tahun 1996 di Gao (1996) untuk tingkat air vegetasi dengan penginderaan jauh. Berdasarkan pada Gao (1996), formula NDWI bisa didapatkan dari reflektan *near-infrared* (NIR) dan *short wave infrared* (SWIR). Mcfeeters (1996) menggunakan *green* dan NIR. Kedua formula NDWI dituliskan sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR} \tag{1}$$



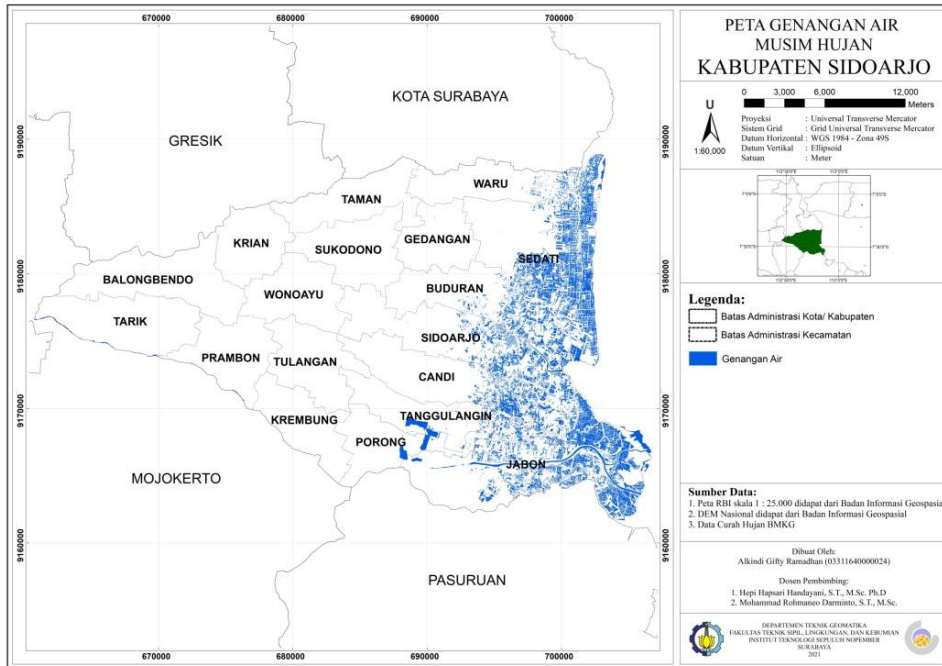
Gambar 9. NDWI Musim Hujan



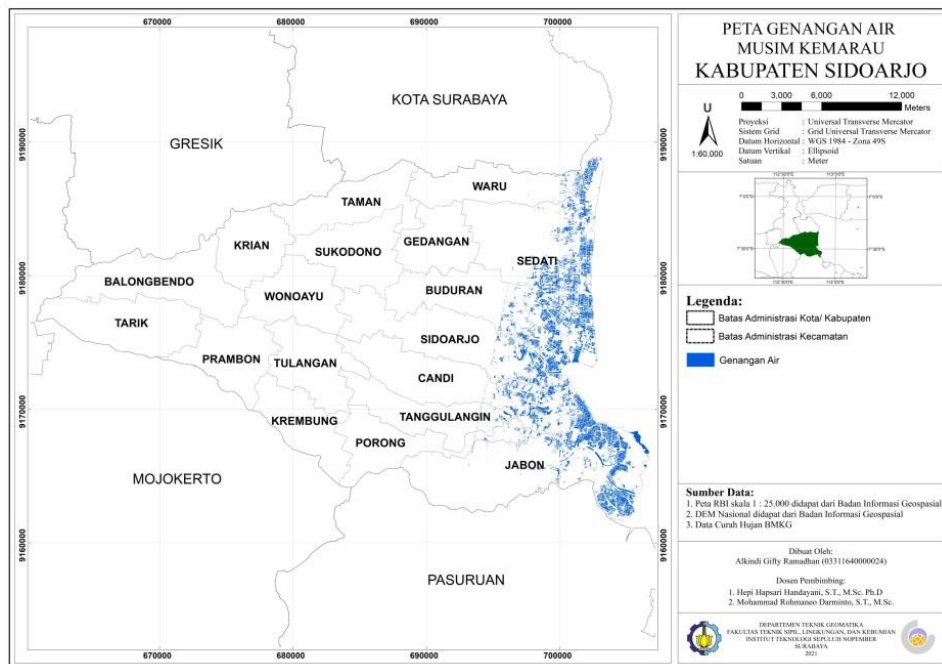
Gambar 10. NDWI Musim Kemarau

Data citra satelit Sentinel-2 Level-1C dari Juli 2019 sampai Juni 2020 karena disesuaikan *time series*-nya dengan data curah hujan yang ada. Hasil analisis NDWI ditampilkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Hasil analisis NDWI memiliki rentan nilai dari -1 sampai 1 kemudian di-*threshold* dengan nilai *threshold* 0.3 untuk membedakan air (nilai NDWI ≥ 0.3) dan non-air. Genangan air hasil *threshold* ditampilkan pada Gambar 11 dan Gambar 12.



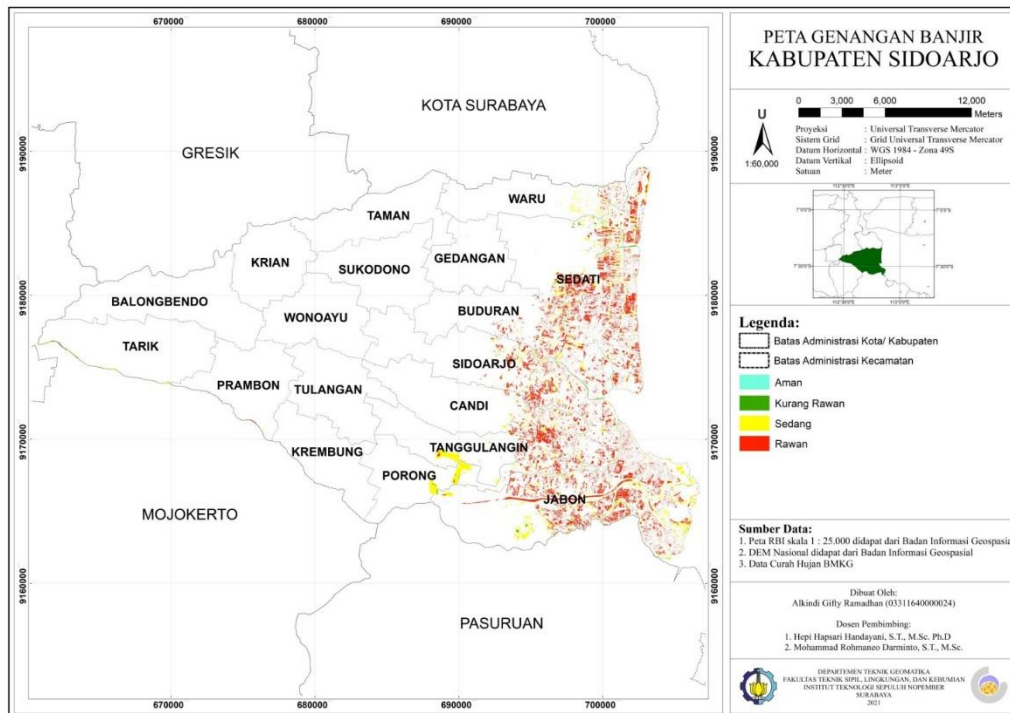
Gambar 11. Genangan Air Musim Hujan



Gambar 12. Genangan Air Musim Kemarau

8. Peta Genangan Banjir

Peta genangan banjir didapatkan dari *overlay* genangan air musim hujan dan musim kemarau dengan *tool Erase* untuk mengeliminasi data genangan air musim hujan yang sama dengan data genangan air musim kemarau sehingga yang tersisa adalah genangan banjirnya. Kemudian genangan banjir di-*overlay* dengan peta rawan banjir untuk mendapatkan sebaran tingkat kerawanan banjir pada genangan banjir. Peta genangan banjir beserta keterangan tingkat kerawanan banjirnya ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Peta Genangan Banjir

Genangan banjir mayoritas terjadi pada Desa Kalanganyar sebesar 17,01%, Desa Kedungpandan sebesar 15,5%, dan Desa Kupang sebesar 10,51% dari total luas genangan banjir yang terjadi dari hasil analisis NDWI.

9. Analisis Sebaran Genangan Banjir tiap Kelas Kerawanan Banjir

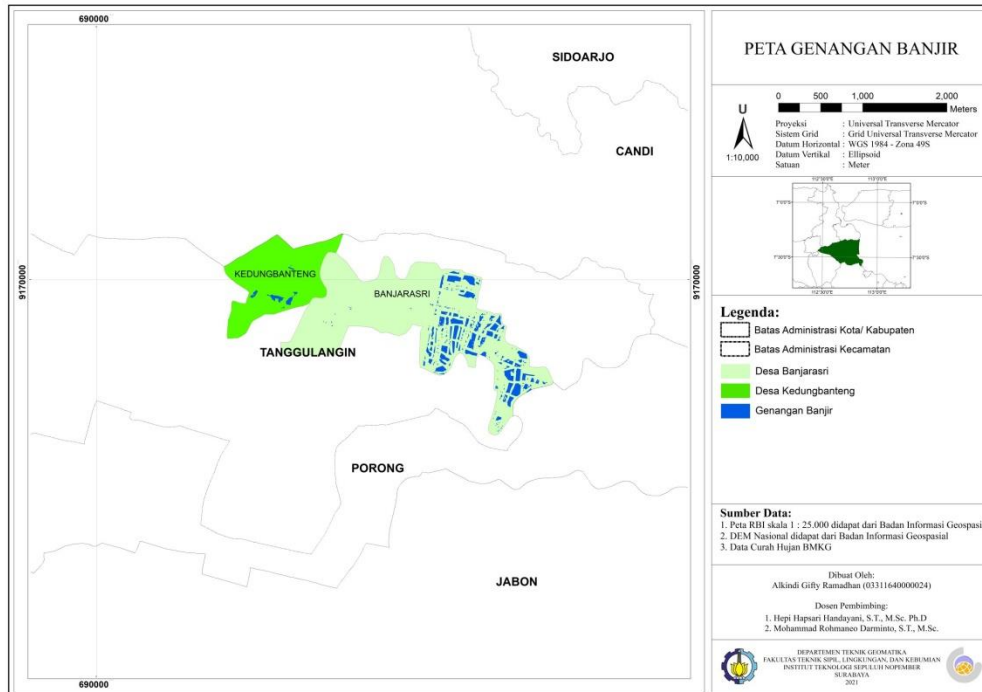
Sebaran tingkat kerawanan banjir dari genangan banjir didapatkan dari peta genangan banjir yang sudah di-*overlay* dengan peta rawan banjir yang pada data atributnya dihitung luas areanya. Sebaran tingkat kerawanan banjir dari genangan banjir ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Genangan Banjir berdasarkan Kelas Tingkat Kerawanan Banjir

| Kelas Tingkat Kerawanan Banjir | Luas Genangan Banjir (m ²) | Luas (%) |
|--------------------------------|--|----------|
| Rawan | 28769777,477 | 69,70 |
| Sedang | 11479778,543 | 27,81 |
| Kurang Rawan | 1024806,338 | 2,48 |
| Aman | 0,000 | 0,00 |

Berdasarkan data kejadian banjir BPBD Kabupaten Sidoarjo, kejadian genangan banjir pada bulan Juli 2019 – Juni 2020 terjadi di Desa Kedungbanteng dan Banjarasri. Genangan banjir pada kelas rawan sebesar 86,56%,

kelas sedang sebesar 12,10%, dan kelas kurang rawan sebesar 1,35% dari total luas genangan banjir pada kedua desa tersebut. Hal ini dapat dikatakan bahwa hasil dari peta rawan banjir dan peta genangan banjir sesuai dengan data kejadian banjir dari situs BPBD Kabupaten Sidoarjo karena persentase genangan banjir yang ada pada kelas rawan mencapai lebih dari 80% dari total luas genangan banjir yang terjadi. *Overlay* lokasi kejadian genangan banjir dengan peta genangan banjir hasil NDWI ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Kejadian Genangan Banjir

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis dari penelitian ini diketahui untuk tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Sidoarjo dari analisis skoring dan pembobotan menggunakan parameter tutupan lahan, keleregan, curah hujan, densitas drainase, dan jenis tanah terbagi menjadi empat, kelas rawan dengan 17,06% wilayah Kabupaten Sidoarjo, kelas sedang dengan 65,10% wilayah Kabupaten Sidoarjo, kelas kurang rawan dengan 17,84%, dan kelas aman sebesar 0,00% dari total luas wilayah Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan dengan mayoritas daerahnya berada dalam kelas rawan adalah Kecamatan Jabon dan Sedati. Dari hasil analisis NDWI diketahui luas genangan banjir yang terjadi adalah 5,56% dari luas wilayah Kabupaten Sidoarjo dan dominan pada bagian Timur Kabupaten Sidoarjo. Berdasarkan data kejadian banjir BPBD Kabupaten Sidoarjo genangan banjir terjadi di dua desa yaitu Desa Banjarasri dan Kedungbanteng dengan genangan banjir kelas rawan sebesar 86,56%, kelas sedang sebesar 12,10%, dan kelas kurang rawan sebesar 1,35% dari total luas genangan banjir di Desa Banjarasri dan Kedungbanteng.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Informasi Geospasial, Dinas Pertanian Kabupaten Sidoarjo, BPBD Kabupaten Sidoarjo, dan *Google Earth Engine* sebagai penyedia data yang digunakan pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

Anderson, J. R., Hardy, E.E., Roach, J.T., dan Witmer, R.E. (1976). A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. *Geological Survey Professional Paper 964*. United States Government Printing Office, Washington.

- Asdak, 1995. Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai. *Gajah Mada University Press*. Yogyakarta. Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. (2011). *Lima Pilar BBWS Brantas*. Surabaya, Indonesia
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2016). Data dan Informasi bencana Indonesia. <https://bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/446.pdf>>.
- BMKG. (2010). Kondisi Cuaca Ekstrem dan Iklim Tahun 2010-2011. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (BMKG). <http://data.bmkg.go.id/Share/Dokumen/press%20release%20kondisi%20cuaca%20ekstrem%20dan%20iklim%20tahun%202010-2011.pdf>.
- Gao, B.C. (1996). NDWI a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58:257-266.
- Haynes, R.H. (1998). The Canadian System of Soil Classification, 3rd ed.; *NRC Research Press*: Ottawa, ON, Canada
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7):1,425-1,432.
- McFeeters, S.K. (2003). Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach. *Remote Sensing*, 5(7), pp. 3544–3561. doi: 10.3390/rs5073544
- Purnawali, H. S., Hariyanto, T., dan Pratomo, D. G. (2018). Analisis Kerentanan Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. *Tesis*. Program Magister Bidang Keahlian Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Prasetyo, B. (2019). Peningkatan Efektifitas Pengendalian Banjir di Lingkungan PPLS melalui Kegiatan Monitoring Banjir dengan Sistem Aplikasi Mobile. *Laporan Laboratorium Kepemimpinan Kepala Sub Bidang Operasi Drainase dan Lingkungan Bidang Operasi Pusat Pengendalian Lumpur Sidoarjo Direktorat Jenderal Sumber Daya Air*. Pusat Pengendalian Lumpur Sidoarjo.
- Rimba, dkk. (2017). Physical Flood Vulnerability Mapping Applying Geospatial Techniques in Okazaki City, Aichi Prefecture, Japan. *Urban Science*. Vol. 1, No. 7, hal. 1-22.
- Suwarsono, Nugroho, J. T., dan Wiweka. (2013). Identification of inundated area using normalized difference water index (NDWI) on lowland region of java island. *34th Asian Conference on Remote Sensing 2013, ACRS 2013*, 4(2), pp. 3783–3789.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).