



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 10%

Date: Tuesday, February 07, 2023

Statistics: 314 words Plagiarized / 3087 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Pengaruh **Kerapatan Vegetasi dan Kerapatan Bangunan** terhadap **Bencana Banjir** dan Longsor di Area Perkotaan (Studi Kasus: **Kecamatan Wenang dan Kecamatan Wanea, Manado, Indonesia**) Abstrak Lajunya **pembangunan yang semakin gempar** dilakukan di daerah perkotaan dapat menyebabkan **kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi** berbanding terbalik, dimana **kerapatan bangunan semakin tinggi** sedangkan **kerapatan vegetasi semakin rendah**. Dampak dari perubahan inilah yang akhirnya dapat memicu terjadinya **permasalahan lingkungan** seperti banjir dan longsor.

Penelitian **ini bertujuan untuk** menjelaskan transformasi **spasial kerapatan vegetasi dan bangunan di Kecamatan Wenang dan Wanea** dalam kurun waktu 8 tahun berdasarkan citra landsat menggunakan tools ArcGis dengan metode **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)** dan **Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)** serta mengidentifikasi pengaruhnya terhadap **bencana banjir dan longsor**. Hasil dari **penelitian ini menunjukkan bahwa kerapatan vegetasi dan bangunan** dalam selang waktu 8 tahun mengalami penurunan **vegetasi dan** peningkatan bangunan, keduanya juga memiliki pengaruh terhadap terjadinya banjir dan longsor berdasarkan dari besarnya masing-masing indeks **vegetasi dan** bangunan. **Semakin tinggi** indeks **bangunan di** lokasi penelitian maka rentan terjadi banjir dan **semakin tinggi** indeks vegetasinya maka rentan terjadi longsor.

Kata Kunci: Landsat, Kerapatan Vegetasi, Kerapatan Bangunan, Banjir, Longsor Abstract The rapid development that is increasingly being carried out in urban areas can cause building density and vegetation density to be inversely proportional, where the building **density is** higher while the vegetation **density is** lower. The impact of these changes can eventually trigger environmental problems **such as** floods and landslides. This study aims to explain the spatial transformation **of vegetation** and building density in Wenang

and Wanea Districts over a period of 8 years based on Landsat imagery using ArcGIS tools with the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) methods and identify their effects on floods and landslides.

The results of this study indicate that the density of vegetation and buildings in an interval of 8 years has decreased vegetation and increased buildings, both of which also have an influence on the occurrence of floods and landslides based on the magnitude of each vegetation and building index. The higher the building index at the study site, the more prone to flooding and the higher the vegetation index, the more prone to landslides. Keywords: Landsat, Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Difference Built-Up Index, Flood, Landslides Pendahuluan

Tingginya angka urbanisasi yang terjadi akan disertai dengan meningkatnya pembangunan di perkotaan.

Tutupan lahan alami yang ada di perkotaan mulai digantikan dengan lahan-lahan terbangun yang secara signifikan telah mengubah pola dan proses alami lanskap perkotaan (Kaur dan Gupta, 2022). Walaupun urbanisasi telah membantu mengangkat ratusan juta orang keluar dari masalah kemiskinan, hal itu juga memiliki konsekuensi lingkungan yang serius dan menghadirkan tantangan sosial yang sangat besar, yang diantaranya peningkatan emisi gas rumah kaca, hilangnya lahan subur, peningkatan risiko ekologis, polusi udara dan air, kerusakan lingkungan hidrologis dan ekologis, efek pulau panas perkotaan, dan peningkatan penggunaan energi (Zheng, Tang, dan Wang, 2021).

Kota Manado merupakan kota kedua terbesar yang ada di Sulawesi dan menjadi pusat dari seluruh kegiatan nasional khususnya Sulawesi Utara. Kota Manado menjadi pusat pelayanan kegiatan yang melayani daerah/kota sekitarnya sehingga menyebabkan kebutuhan akan lahan juga kian meningkat. Seperti di 2 kecamatan yang berada di sekitar pusat kota yaitu Kecamatan Wenang dan Kecamatan Wanea yang dimana kedua wilayah tersebut ditetapkan sebagai pusat pelayanan kota yang berfungsi untuk menunjang pertumbuhan dan perekonomian di Kota Manado atau menjadi orientasi pelayanan ke pusat-pusat lain di sekitarnya sehingga menyebabkan cepatnya laju pembangunan pada kedua wilayah tersebut, baik yang mengarah ke pesisir maupun perbukitan dan hal tersebut memiliki resiko bencana yang cukup besar apabila tidak direncanakan dengan efektif dan efisien. Maka dari itu penting bagi perencana untuk membangun perkotaan yang komprehensif (Li dan Wang, 2022).

Perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan merupakan dampak secara langsung pada lingkungan alam yang dipicu oleh aktivitas manusia (Shi, Jiang, and Yao 2018). Meningkatnya laju pembangunan telah mengakibatkan perubahan yang signifikan pada pola penggunaan lahan perkotaan. Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak hutan yang diubah menjadi kawasan terbangun dan sumber daya alam dieksploitasi secara berlebihan untuk kebutuhan manusia (Science, 2020).

Penginderaan jauh adalah perolehan informasi tentang beberapa fitur di permukaan bumi tanpa bersentuhan langsung dengannya. Hasil dari penginderaan jauh yang berupa citra diperoleh melalui sensor yang dipasang pada platform udara dan antariksa (Ou dan Hao, 2018). Secara umum, penginderaan jauh merupakan cara yang lebih baik untuk mengekstraksi atribut perubahan tutupan/penggunaan lahan karena frekuensi yang lebih tinggi, bidang pandang yang lebih luas, dan ketersediaan karakteristik multispektral (Din dan Mak, 2021). Tutupan lahan di daerah perkotaan cenderung lebih

cepat mengalami perubahan dalam waktu yang singkat karena tingginya angka urbanisasi yang terjadi akibat dari ledakan penduduk dan pertumbuhan ekonomi (Sahana, Hong, dan Sajjad 2018; Surya, dkk.,

2020). Penginderaan jauh memainkan peran kunci dalam menghasilkan status tutupan lahan dan penggunaan lahan (LCLU) serta memantau perubahan pada skala regional dan global. Informasi tepat waktu dari produk perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan (LCLU) sangat penting untuk studi perubahan iklim dan lingkungan, pengelolaan lahan yang tepat dan pengambilan keputusan penggunaan lahan, dan pembangunan berkelanjutan regional dan global. Landsat 8 merupakan salah satu jenis satelit dalam penginderaan jauh untuk mendapatkan informasi tentang penggunaan lahan dan tutupan lahan (Chaves, Picoli, dan Sanches, 2020).

Gabungan antara teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis sangat bermanfaat untuk memantau secara akurat jenis tutupan lahan yang ada di perkotaan (Wiatkowska dan Slodczyk, 2021) serta telah terbukti memberikan hasil dan rekomendasi kebijakan yang kredibel secara ilmiah yang telah membantu proses pengambilan keputusan para perencana dalam merencanakan penggunaan lahan di kawasan perkotaan (Wan, dkk., 2020). Data penginderaan jauh dari satelit dan sensor udara memiliki potensi besar untuk menyediakan informasi tentang variabel biofisik vegetasi dalam skala spasial dan waktu yang temporal (Xie, dkk., 2018).

Untuk melihat tingkat kehijauan vegetasi suatu wilayah dapat dihitung melalui formula Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Olivares, dkk., 2021). NDVI telah banyak digunakan sebagai tingkat ukuran kehijauan tutupan vegetasi yang ada di permukaan bumi melalui pengukuran penginderaan jauh (Khamchiangta dan Dhakal, 2020; Huang, dkk., 2021). Perhitungan NDVI melibatkan spektral (RED) dan inframerah dekat (NIR) (Liu, dkk., 2021).

Spektral merah (RED) sering digunakan untuk mengidentifikasi faktor seperti kelembaban, jenis tanaman, dan kualitas tanah serta membantu memperkuat kontras antara tanaman-tanah (Miller, dkk., 2020). Adapun spektral inframerah dekat (NIR) yang berada di belakang wilayah spektral kanal merah berguna untuk mendeteksi klorofil tanaman (Naguib dan Daliman, 2022). Kedua spektral ini digabungkan untuk mendeteksi kesehatan tanaman. Selain dilakukan pengamatan pada vegetasi, akan dilakukan juga ekstraksi pada lahan terbangun. Ekstraksi Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) awalnya dimulai oleh penelitian (Zha, dkk.,

2003), mereka mengekstraksi area terbangun melalui perhitungan aritmatika menggunakan NDVI dan NDBI yang berasal dari citra Landsat TM (Firozjaei, dkk., 2019).

NDBI digunakan untuk mengukur besaran lahan terbangun dengan melibatkan antara spectral shortwave infrared (SWIR) dan Near Infrared (NIR) (Yasin, dkk., 2022). Vegetasi dan bangunan merupakan elemen yang termasuk dalam lanskap ruang perkotaan. Sebagai bagian penting dari sistem ekologi dan lansekap, ruang hijau memainkan peran penting dalam jasa ekosistem, lingkungan hidup, dan peningkatan kesehatan masyarakat penduduk perkotaan dan pedesaan (Mu, dkk., 2020).

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan analisis kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan serta mendeskripsikan pengaruhnya terhadap bencana banjir dan longsor di Kecamatan Wanea dan Wenang. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi suatu pendekatan yang efektif dalam perencanaan lanskap ruang berbasis kebencanaan melalui penggunaan Sistem Informasi Geografis. Metode Penelitian Lokasi Penelitian Fokus lokasi penelitian ini terletak di Kecamatan Wenang dan Kecamatan Wanea, Kota Manado, Sulawesi Utara. _ _ Gambar 1.

Peta Lokasi Penelitian Sumber: Rupa Bumi Indonesia and Geoportal Manado Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah citra landsat 8 tahun 2013, 2017, dan 2021 yang diperoleh melalui website milik United States Geological Survey (USGS). Selain itu diperlukan data sekunder berupa titik lokasi bencana banjir dan longsor serta data DEM dari instansi terkait. Analisis Data Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengkaji proses pengambilan keputusan melalui aplikasi Sistem Informasi Geografis. Dalam penelitian ini dilakukan analisis spasial yaitu melakukan pengolahan citra landsat 8 dengan menggunakan algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Difference Built-Up Index (NDBI).

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut: 1. Cropping Area of Interest (AOI), dalam hal ini dilakukan pemotongan sesuai wilayah penelitian yaitu Kecamatan Wenang dan Kecamatan Wanea. 2. Koreksi Radiometric Hasil pantulan citra yang diperoleh melalui akuisisi sensor satelit biasanya mengalami distorsi akibat pengaruh sensor, matahari, atmosfer, dan topografi (Umarhadi and Danoedoro 2019). Untuk menghilangkan distorsi, dilakukan koreksi radiometrik.

Konversi nilai citra landsat (Landsat-8 Collection 1 L1TP) yang masih tersimpan dalam format digital number (DN) menjadi pantulan Top of Atmospheric (TOA) menggunakan radiometric rescaling pada file metadata landsat dengan koreksi sun zenith angle (Zhang et al. 2018). Formula yang digunakan adalah: $TOA = \frac{M \cdot Q_{cal} + A}{\sin(\theta_{se})}$
Keterangan: TOA : Top of Atmosphere (TOA) Reflektan tanpa koreksi sudut zenith matahari
M : Band-specific multiplicative rescaling factor dari metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, dimana x adalah nomor band yang dimaksud)
Qcal : Nilai piksel citra satelit (DN)
A : Band-specific additive rescaling factor dari metadata

(REFLECTANCE_ADD_BAND_x, dimana x adalah nomor band yang dimaksud) ?se : Sudut elevasi matahari (SUN_ELEVATION) 3.

Perhitungan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Nilai NDVI yang tinggi akan mengindikasikan vegetasi yang padat karena didapatkan dari hasil kombinasi antara pemantulan yang tinggi pada NIR dan pemantulan yang rendah pada RED (Onyango and Opiyo 2022). Untuk perhitungannya menggunakan formula seperti berikut. _ Keterangan: NDVI : Normalized Difference Vegetation Index NIR : Nilai spektral Near Infrared (band 5) RED : Nilai spektral RED (band 4) Rentang nilai NDVI berkisar dari -1 hingga Semakin tinggi nilainya atau mendekati 1 maka menunjukkan kerapatan vegetasi tinggi (Choudhury, Das, dan Das, 2019). 4.

Perhitungan Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) Pada lahan terbangun dan tanah kosong akan memantulkan lebih banyak SWIR daripada NIR sedangkan pada lahan vegetasi akan memantulkan lebih banyak NIR daripada SWIR (Hamdi dan Abdul-Ameer, 2021). Untuk perhitungannya menggunakan formula seperti berikut. _ Keterangan: NDBI : Normalized Difference Built-Up Index NIR : Nilai spektral Near Infrared (band 5) SWIR : Nilai spektral Shortwave Infrared (band 6) Rentang nilai NDBI berkisar dari nilai -1 hingga 1.

Nilai negative NDBI mewakili badan air sedangkan nilai yang lebih tinggi akan mengindikasikan daerah terbangun. Nilai NDBI untuk lahan vegetasi adalah rendah (Espinoza-Molina, dkk., 2022). 5. Analisis Overlay Analisis spasial lainnya yang dilakukan yaitu overlay atau tumpang susun dengan menggabungkan dua peta untuk menghasilkan analisis peta baru. Untuk mendeteksi pengaruh kerapatan vegetasi dan bangunan terhadap banjir dan longsor akan melakukan overlay fungsi intersect.

Analisis overlay (fungsi intersect) menggunakan GIS telah dilakukan antara interpolasi (peta) (Mazahreh, Bsoul dan Hamoor, 2019) yang dalam penelitian ini adalah data hasil ekstraksi NDVI dan NDBI dengan data lokasi banjir dan longsor di Kota Manado khususnya Kecamatan Wenang dan Wanea untuk menghasilkan peta yang baru. Hasil dan Pembahasan Kerapatan Vegetasi Kecamatan Wenang dan Wanea Tahun 2013, 2017, dan 2021 Data citra landsat yang digunakan adalah landsat 8 dengan tanggal perekaman 2 Juli 2013, 27 Juni 2017, dan 24 Juli 2021.

Untuk di Kecamatan Wenang pada tahun 2013 diperoleh rentang nilai NDVI yaitu -0.47 – 0.84. Pada tahun 2017 diperoleh rentang nilai NDVI -0.51 – 0.86. Pada tahun 2021 diperoleh rentang nilai NDVI -0.24. – 0.83. Sedangkan di Kecamatan Wanea diperoleh nilai NDVI pada tahun 2013 dengan rentang nilai sebesar 0.021 - 0.86. Pada tahun 2017 diperoleh rentang nilai NDVI -0.016 – 0.87. Pada tahun 2021 diperoleh rentang nilai

NDVI 0.003 – 0.86. Pembagian klasifikasi NDVI dikategorikan menjadi 4 tingkatan kelas kerapatan vegetasi yang terdiri dari kelas non vegetasi berupa badan air, kelas vegetasi jarang berupa lahan terbangun yang minim vegetasi, kelas vegetasi sedang berupa lahan terbangun yang sudah terdapat vegetasi di sekitarnya, dan kelas vegetasi rapat berupa semak-semak dan kebun. Berikut disajikan visualisasinya berupa peta dan luasannya dalam bentuk tabel seperti di bawah ini. _ _ Gambar 2.

Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kecamatan Wenang Tahun 2013 Sumber: Penulis _ _
Gambar 3. Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kecamatan Wanea Tahun 2013 Sumber:
Penulis _ _ Gambar 4. Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kecamatan Wenang Tahun 2017
Sumber: Penulis _ _ Gambar 5. Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kecamatan Wanea Tahun
2017 Sumber: Penulis _ _ Gambar 6. Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kecamatan Wenang
Tahun 2021 Sumber: Penulis _ _ Gambar 7. Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Kecamatan
Wanea Tahun 2021 Sumber: Penulis Tabel 1.

Jumlah Luas Sebaran Kerapatan Vegetasi dari 2 Kecamatan 21 Kelurahan Wilayah Studi _
Sumber: Penulis Diketahui bahwa pada kelas vegetasi jarang di Kecamatan Wenang
memiliki luas paling besar dibandingkan kelas kerapatan lainnya yaitu berupa lahan
terbangun baik itu permukiman, perkantoran, maupun perdagangan dan jasa. Dalam
kurun waktu 8 tahun terakhir perubahan yang signifikan terjadi pada kelas vegetasi
jarang yang hampir di setiap kelurahan selalu mengalami peningkatan luasan. Pada
kelas vegetasi sedang selalu mengalami penurunan luas, dan pada kelas vegetasi rapat
dari tahun 2013-2017 mengalami peningkatan 3% yang dari hasil pengolahan citra
terdapat di Kelurahan Wenang Utara yang dimana dulunya pada tahun 2013 berupa
lahan kosong kemudian pada tahun 2017 berubah menjadi lahan vegetasi dan pada
tahun 2021 vegetasi rapat kembali mengalami penurunan sebesar 1%.

Untuk di Kecamatan Wanea untuk luas kerapatan vegetasi rapat memiliki luas paling
besar dibandingkan kelas kerapatan lainnya karena di Kecamatan Wanea masih banyak
tersebar lahan vegetasi. Dalam kurun waktu 8 tahun terakhir perubahan signifikan
terjadi pada kelas vegetasi jarang hampir di setiap kelurahan selalu mengalami
peningkatan luasan. Pada kelas vegetasi sedang selalu mengalami penurunan luas, dan
pada kelas vegetasi rapat dari tahun 2013-2017 mengalami peningkatan 1% yang dari
hasil pengolahan citra terdapat di Kelurahan Bumi Nyiur yang dimana dulunya pada
tahun 2013 berupa lahan kosong kemudian pada tahun 2017 berubah menjadi lahan
vegetasi dan pada tahun 2021 vegetasi rapat kembali mengalami penurunan sebesar
3%.

Kerapatan Bangunan Kecamatan Wenang dan Wanea Tahun 2013, 2017, dan 2021 Data
citra landsat yang digunakan adalah landsat 8 dengan tanggal perekaman 2 Juli 2013,

27 Juni 2017, dan 24 Juli 2021. Hasil dari algoritma NDBI melalui pemetaan software ArcGis menunjukkan bahwa nilai indeks kerapatan bangunan di Kecamatan Wenang pada tahun 2013 diperoleh dengan rentang nilai NDBI $-0.62 - 0.29$. Pada tahun 2017 diperoleh rentang nilai NDBI $-0.089 - 0.38$. Pada tahun 2021 diperoleh rentang nilai NDBI $-0.052 - 0.33$. Sedangkan di Kecamatan Wanea diperoleh nilai NDBI pada tahun 2013 dengan rentang nilai sebesar $-0.021 - 0.34$. Pada tahun 2017 diperoleh rentang nilai NDBI $-0.019 - 0.48$.

Pada tahun 2021 diperoleh rentang nilai NDBI $-0.17 - 0.42$. Pembagian klasifikasi NDBI dikategorikan menjadi 2 tingkatan kelas yaitu non terbangun dan terbangun. Berikut disajikan visualisasinya berupa peta dan luasannya dalam bentuk tabel dan diagram seperti di bawah ini. __ Gambar 8. Peta Kerapatan Bangunan (NDBI) Kecamatan Wenang Tahun 2013 Sumber: Penulis __ Gambar 9. Peta Kerapatan Bangunan (NDBI) Kecamatan Wanea Tahun 2013 Sumber: Penulis __ Gambar 10. Peta Kerapatan Bangunan (NDBI) Kecamatan Wenang Tahun 2017 Sumber: Penulis __ Gambar 11.

Peta Kerapatan Bangunan (NDBI) Kecamatan Wanea Tahun 2017 Sumber: Penulis __ Gambar 12. Peta Kerapatan Bangunan (NDBI) Kecamatan Wenang Tahun 2021 Sumber: Penulis __ Gambar 13. Peta Kerapatan Bangunan (NDBI) Kecamatan Wanea Tahun 2021 Sumber: Penulis Tabel 2. Jumlah Luas Sebaran Kerapatan Bangunan dari 2 Kecamatan 21 Kelurahan Wilayah Studi _ Sumber: Penulis Dilihat dari hasil pengolahan citra landsat diketahui bahwa luas lahan terbangun di Kecamatan Wenang mendominasi dari keseluruhan luas wilayah dan dalam kurun waktu 8 tahun lahan terbangun selalu mengalami peningkatan luas hampir di setiap kelurahannya didukung dengan Kecamatan Wenang sebagai daerah pusat kota sehingga terjadi perubahan lahan yang berfungsi sebagai pusat perdagangan dan jasa, perkantoran dan pariwisata skala regional. Untuk di Kecamatan Wanea diketahui bahwa luas lahan terbangun dan non terbangun besarnya seimbang.

Dalam kurun waktu 8 tahun lahan terbangun mengalami peningkatan luas walaupun pada tahun 2017 sempat mengalami penurunan luas karena terpantau dari hasil pengolahan citra di Kelurahan Bumi Nyiur dan Pakowa yang dulunya lahan terbangun menjadi tertutup oleh lahan vegetasi namun pada tahun 2021 lahan terbangun kembali mengalami peningkatan luas sebesar 1%. Perubahan lahan yang terjadi karena didukung dengan Kecamatan Wanea sebagai pusat pelayanan pemerintahan tingkat provinsi serta sub pelayanan yang berfungsi sebagai daerah perdagangan dan jasa dan permukiman.

Di lain sisi, apabila perubahan penutupan lahan tidak terimplementasikan dengan baik maka dapat menimbulkan beberapa permasalahan lingkungan. Walaupun permasalahan

lingkungan seperti banjir dan longsor dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor namun penelitian ini hanya akan berfokus pada 2 variabel saja yaitu kerapatan vegetasi dan bangunan. Untuk melihat pengaruh antara kerapatan vegetasi dan bangunan terhadap bencana banjir dan longsor, maka akan dilakukan overlay antara data hasil ekstraksi NDVI dan NDBI serta data titik lokasi banjir dan longsor yang sudah terjadi.

Berikut disajikan tabel dan peta dari hasil analisis pada 2 kecamatan. Tabel 3. Pengaruh Kerapatan Vegetasi dan Kerapatan Bangunan terhadap Banjir dan Longsor di 2 Kecamatan 21 Kelurahan Wilayah Studi _ _ Sumber: Penulis _ Gambar 14. Peta Pengaruh Kerapatan Vegetasi terhadap Bencana Banjir Kecamatan Wenang Tahun 2021 Sumber: Penulis _ Gambar 15. Peta Pengaruh Kerapatan Bangunan terhadap Bencana Banjir Kecamatan Wenang Tahun 2021 Sumber: Penulis _ Gambar 16. Peta Pengaruh Kerapatan Vegetasi terhadap Bencana Banjir dan Longsor Kecamatan Wanea Tahun 2021 Sumber: Penulis _ Gambar 17.

Peta Pengaruh Kerapatan Bangunan terhadap Bencana Banjir dan Longsor Kecamatan Wanea Tahun 2021 Sumber: Penulis Kesimpulan Berdasarkan hasil pengolahan jumlah sebaran luas kerapatan vegetasi yang ada di Kecamatan Wenang dan Wanea dalam kurun waktu 8 tahun menunjukkan bahwa kelas kerapatan vegetasi rapat di Kecamatan Wenang mengalami perubahan yang dimana pada periode 2013-2017 mengalami peningkatan sebesar 3% namun pada periode 2017-2021 kembali mengalami penurunan sebesar 1%. Untuk di Kecamatan Wanea kelas kerapatan vegetasi rapat selalu mengalami penurunan yang signifikan yaitu dengan total sebesar 2%.

Untuk kerapatan bangunan di Kecamatan Wenang dalam kurun waktu 8 tahun selalu mengalami peningkatan signifikan sebesar 1% begitu pula yang terjadi di Kecamatan Wanea bahwa kelas kerapatan bangunan mengalami peningkatan sebesar 1%. Perubahan ini terjadi karena Kecamatan Wenang dan Wanea merupakan wilayah yang berfungsi sebagai pusat pelayanan kota yang akan menjadi orientasi pelayanan ke pusat-pusat lain di sekitarnya sehingga banyak terjadi perubahan lahan yang dilakukan pada wilayah ini baik berupa perdagangan dan jasa yang membantu dalam menunjang pertumbuhan dan perekonomian di Kota Manado dan juga permukiman untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Kerapatan vegetasi dan bangunan juga berpengaruh terhadap terjadinya banjir dan longsor.

Semakin tinggi indeks vegetasinya menunjukkan bahwa kejadian longsor dominan terjadi pada daerah tersebut dan banjir terjadi pada indeks vegetasi rendah. Begitupun sebaliknya, semakin tinggi indeks bangunan terpantau banyak kejadian banjir yang terjadi pada wilayah tersebut, sedangkan longsor terjadi pada indeks bangunan rendah. Ucapan Terima Kasih Penelitian ini didukung oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian

Universitas Sam Ratulangi, Sulawesi Utara dan Program Studi Perencanaan Wilayah Kota Universitas Sam Ratulangi.

Kami juga sangat berterima kasih kepada pemerintah Kelurahan Wenang dan Wanea di kota Manado yang telah memberikan izin untuk melakukan survei di lokasi penelitian serta peran serta masyarakat di kelurahan Wenang dan Wanea yang telah mendukung penelitian kami dengan data sekunder.

INTERNET SOURCES:

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/337365131_Hubungan_Kerapatan_Vegetasi_dan_Bangunan_terhadap_UHI_Urban_Heat_Island_di_Kota_Magelang

<1% -

<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=874147&val=7387&title=Analisis%20Fenomena%20UHI%20Urban%20Heat%20Island%20Berdasarkan%20Hubungan%20Antara%20Kerapatan%20Vegetasi%20Dengan%20Suhu%20Permukaan%20Studi%20Kasus%20Kota%20Bandung%20Jawa%20Barat>

<1% -

https://www.academia.edu/35842593/NORMALIZED_DIFFERENCE_BUILT_UPINDEX_NDBI_SEBAGAI_PARAMETER_IDENTIFIKASI_PERKEMBANGAN_PERMUKIMAN_KUMUH_PADA_KAWASAN_PESISIR_DI_KELURAHAN_KALANG_KAWAL_KECAMATAN_GUNUNG_KIJANG_KABUPATEN_BINTAN

<1% - <https://dimensi.petra.ac.id/index.php/ars/article/download/16168/16160/0>

<1% - <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11434-012-5596-y.pdf>

<1% - <https://www.atlantis-press.com/article/25903831.pdf>

<1% -

<https://www.linkedin.com/pulse/ndvi-ndbi-ndwi-calculation-using-landsat-7-8-tek-bahadur-kshetri>

<1% - <https://indonesia.un.org/id/175273-penyebab-dan-dampak-perubahan-iklim>

<1% - <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jbie/article/download/9372/8951>

<1% - <https://brainly.co.id/tugas/19412233>

<1% - <https://www.gramedia.com/literasi/perbedaan-efektif-dan-efisien/>

<1% -

https://roboguru.ruangguru.com/question/persediaan-sumber-daya-alam-di-negara-kita-semakin-langka-banyak-hutan-yang_QU-ROBOGURU-96760

<1% - <https://rumusrumus.com/penginderaan-jauh/>

<1% -

http://eprints.undip.ac.id/83477/2/2._DIMAS_DANAR_DEWA_-_21040119420038_-_BAB_1.pdf

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Lilik-Prasetyo/publication/347817792_Perubahan_Penggunaan_dan_Tutupan_Lahan_Serta_Faktor_Penyebabnya_di_Pulau_Bengkalis_Provinsi_Riau_periode_1990-2019/links/5ff29dbb92851c13fee76ea3/Perubahan-Penggunaan-dan-Tutupan-Lahan-Serta-Faktor-Penyebabnya-di-Pulau-Bengkalis-Provinsi-Riau-periode-1990-2019.pdf?origin=publication_detail

<1% -

<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1371896&val=990&title=Integrasi%20Teknologi%20Pengideraan%20Jauh%20dan%20Sistem%20Informasi%20Geografis%20untuk%20Estimasi%20Serapan%20dan%20Emisi%20CO2%20di%20Kota%20Denpasar>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Nasrul-Lutfiyah/publication/359503284_PEMANFAATAN_CITRA_PENGINDERAAN_JAUH_LANDSAT_8_OLI_UNTUK_MENGANALISIS_TINGKAT_KERAPATAN_VEGETASI_NDVI_DI_KABUPATEN_BOJONEGORO/links/624087057931cc7ccffdaf5e/PEMANFAATAN-CITRA-PENGINDERAAN-JAUH-LANDSAT-8-OLI-UNTUK-MENGANALISIS-TINGKAT-KERAPATAN-VEGETASI-NDVI-DI-KABUPATEN-BOJONEGORO.pdf?origin=publication_detail

<1% -

<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2079522&val=19717&title=Kondisi%20Tutupan%20Lahan%20di%20Kabupaten%20Tangerang%20Berdasarkan%20Indeks%20Vegetasi>

<1% -

<https://media.neliti.com/media/publications/331130-perbandingan-visualisasi-hasil-deteksi-a-9b123130.pdf>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Muhshonati-Syahidah/publication/299583595_Variasi_Tutupan_Lahan_dan_Implikasinya_Terhadap_Nilai_aliran_dasar_di_DAS_Citarum_Hulu/links/5700a4bf08ae650a64f810ad/Variasi-Tutupan-Lahan-dan-Implikasinya-Terhadap-Nilai-aliran-dasar-di-DAS-Citarum-Hulu.pdf

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/331225400_ANALISIS_SPASIAL_KERAPATAN_BANGUNAN_DAN_PENGARUHNYA_TERHADAP_SUHU_Studi_Kasus_di_Kabupaten_Bogor

<1% - http://repository.upi.edu/36372/10/T_GEO_1707461_Chapter3.pdf

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/341582442_ANALISIS_BENCANA_TANAH_LONGSOR_SERTA_MITIGASINYA

<1% -

http://repositori.lapan.go.id/505/1/Prosiding_Fajar%20Yulianto%20dk_Pusfatja_2015.pdf

1% -

http://sinasinderaja.lapan.go.id/files/sinasja2014/prosiding/bukuprosiding_762-767.pdf
<1% -

https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C02_T1_TOA

<1% - <https://ojs.unud.ac.id/index.php/lontar/article/download/19648/13497>

<1% - <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/download/9/5/>

<1% -

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/download/22738/pdf>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Projo-Danoedoro/publication/325270854_Kombinasi_Indeks_Citra_untuk_Analisis_Lahan_Terbangun_dan_Vegetasi_Perkotaan/links/5b02ec94aca2720ba098f0f9/Kombinasi-Indeks-Citra-untuk-Analisis-Lahan-Terbangun-dan-Vegetasi-Perkotaan.pdf

<1% -

https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/8998/semnasgeo2017_2.pdf

<1% -

https://roboguru.ruangguru.com/question/analisis-overlay-atau-tumpang-susun-dilakukan-dengan-mengintegrasikan-dua-atau-lebih-data_ouFmiNL3jqs

<1% -

<https://manado.tribunnews.com/2022/10/26/34-nama-anggota-panwaslu-kecamatan-kota-manado-untuk-pemilu-serentak-2024?page=all>

<1% -

https://www.researchgate.net/profile/Diki-Nurul-Huda/publication/323346324_Analisis_Kerapatan_Vegetasi_Untuk_Area_Pemukiman_Menggunakan_Citra_Satelit_LANDSAT_di_Kota_Tasikmalaya/links/5a8f50f745851535bcd38247/Analisis-Kerapatan-Vegetasi-Untuk-Area-Pemukiman-Menggunakan-Citra-Satelit-LANDSAT-di-Kota-Tasikmalaya.pdf?origin=publication_detail

<1% - <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jli/article/download/15173/siti%20novianti>

<1% -

<https://pdfs.semanticscholar.org/ebe8/84b9017261196111c4fb04eec33b07cd048f.pdf>

<1% -

<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/10391/E-8-Hikmah%20Fajar-Sentinel.pdf?sequence=1>

<1% -

<https://123dok.com/article/hasil-pembahasan-analisis-perubahan-kerapatan-vegetasi-kecamatan-kabupaten.zlg42xxg>

<1% -

https://www.researchgate.net/publication/339138404_Analisis_Kerapatan_Vegetasi_di_Kecamatan_Pangandaran_melalui_Citra_Landsat_8

<1% -

<https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/planomadani/article/download/30149/15340>

<1% -

<https://adoc.pub/universitas-indonesia-variassi-distribusi-suhu-permukaan-berd.html>

<1% - <https://www.ruangguru.com/blog/penyajian-data-dalam-tabel-dan-diagram>

<1% - http://eprints.undip.ac.id/83458/2/BAB_I.pdf

<1% - <http://eprints.ums.ac.id/66636/12/NASKAH%20PUBLIKASI-1.pdf>

<1% -

<https://www.kompasiana.com/satriaadi8263/60bdd202d541df0f9337cd52/banjir-sebagai-permasalahan-sosiologi-lingkungan>

<1% -

<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/10391/E-8-Hikmah%20Fajar-Sentinel.pdf>

<1% - <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/60082/6578>

<1% -

https://www.academia.edu/15559595/Berpotensi_Terjadi_Bencana_Banjir_Faktor_Dominan_Penyebab_Banjir_Faktor_Alamiah_Biotik_Kerapatan_Vegetasi_Faktor_non_alamiah_Abiotik_Curah_hujan_Manusia_Aktifitas_masyarakat

<1% -

<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/spasial/article/download/16684/16201/33502>

<1% - <https://smartlib.umri.ac.id/assets/uploads/files/65f62-bab-iv.pdf>

<1% -

<https://lppm.unsrat.ac.id/wp-content/uploads/2019/02/Buku-Panduan-Penelitian-dan-Pengabdian-2019.pdf>