

ANALISIS SPASIAL PENGGUNAAN LAHAN DI KAMPUNG BUMI RAYA KABUPATEN NABIRE MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH

Kristia Yuliawan ^[1]; Donny Irwanto ^[2]

Jurusan Informatika, STMIK Pesat Nabire

*¹ christianpesat@gmail.com

INFO ARTIKEL	INTISARI
Diajukan : 17-04-2024	<i>Studi ini menginvestigasi penggunaan metode klasifikasi citra satelit terbimbing untuk memetakan dan menganalisis perubahan tutupan lahan di Kampung Bumi Raya, Kabupaten Nabire, selama periode delapan tahun terakhir. Data citra satelit Google Earth Pro dengan resolusi spasial tinggi, penelitian ini berhasil menciptakan peta tutupan lahan yang detail dan akurat untuk tahun 2013 dan 2022. Analisis perubahan luas lahan untuk kategori-kategori utama seperti hutan, pemukiman, perkebunan, persawahan, air, dan lahan terbuka menunjukkan penurunan signifikan dalam luas lahan perkebunan dan persawahan, sementara luas lahan pemukiman mengalami peningkatan. Hasil dari studi ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah tersebut, serta dapat digunakan sebagai basis untuk kebijakan yang lebih efektif dalam pengembangan wilayah di masa depan. Penelitian ini menyoroti efektivitas metode klasifikasi citra satelit terbimbing dalam konteks pemetaan tutupan lahan, menghadirkan data yang relevan dan komprehensif untuk analisis spasial dan temporal. Dengan menggunakan pendekatan ini, penelitian mempertegas bahwa citra satelit dapat menjadi alat yang kuat untuk memantau dinamika perubahan lingkungan, yang mendukung upaya-upaya pengelolaan berkelanjutan serta pemantauan dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem lokal. Informasi yang dihasilkan dari studi ini bukan hanya bermanfaat bagi pemangku kepentingan lokal di Kampung Bumi Raya, tetapi juga memberikan kontribusi lebih luas dalam konteks penggunaan teknologi geospasial untuk analisis lingkungan dan perencanaan tata ruang di daerah-daerah serupa</i>
Diterima : 26-05-2024	
Diterbitkan: 30-06-2024	
Kata Kunci : <i>Peta; Tutupan Lahan; Kampung Bumi Raya; Kabupaten Nabire; Arcmap</i>	

I. PENDAHULUAN

Informasi tentang tutupan lahan di suatu wilayah sangat penting untuk memantau perubahan dan perkembangan penggunaan lahan. Salah satu cara untuk memperoleh informasi tutupan lahan adalah melalui klasifikasi citra satelit[1]. Klasifikasi tutupan lahan memungkinkan pemerintah untuk memantau perubahan spasial dan merencanakan tata guna lahan secara efektif[2]. Klasifikasi dari citra satelit dapat digunakan untuk memantau dinamika penggunaan lahan, seperti perkembangan pemukiman, perubahan areal pertanian dan hutan, serta perubahan lahan lainnya[3]. Hal ini dapat membantu pemerintah dalam membuat perencanaan tata ruang yang lebih baik dan mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan[4]. Selain itu, informasi tutupan lahan juga dapat digunakan untuk analisis pola perubahan penggunaan lahan, seperti identifikasi daerah dengan tingkat alih fungsi lahan yang tinggi[5]. Pemanfaatan teknologi citra satelit dan

metode klasifikasi yang tepat dapat menghasilkan informasi tutupan lahan yang akurat dan andal sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan[6].

Informasi tutupan lahan ini dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis perubahan tutupan hutan, lahan pertanian, pemukiman, dan jenis tutupan lahan lainnya. Dengan demikian, pengelolaan hutan, tanah, dan sumber daya alam lainnya dapat dilakukan secara lebih tepat dan efektif[7]. Perubahan tutupan lahan seperti hilangnya hutan, konversi lahan pertanian menjadi pemukiman, atau pertumbuhan area terbangun dapat dijadikan indikator untuk memantau perubahan lingkungan yang terjadi di suatu wilayah[8]. Informasi tutupan lahan yang diperoleh dari klasifikasi citra satelit dapat digunakan untuk mempelajari pola dan laju perubahan lingkungan, serta mengidentifikasi daerah yang membutuhkan perhatian khusus dalam pengelolaannya[9]. Dengan demikian, informasi tutupan lahan memegang

peranan penting dalam upaya pemantauan dan evaluasi dampak lingkungan dari aktivitas manusia[10]. Indikator untuk memperkirakan dampak yang ditimbulkan, seperti hilangnya habitat, fragmentasi lahan, atau peningkatan lahan terbangun[8]. Memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan metode klasifikasi citra satelit, para perencana dan pengambil keputusan dapat memperoleh informasi tutupan lahan yang akurat dan komprehensif untuk mempertimbangkan dampak pembangunan secara lebih cermat[11]. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya, seperti pembukaan lahan hutan untuk pemukiman atau pertanian[12]. Hal ini dapat diidentifikasi dan diatasi melalui pemantauan tutupan lahan secara berkala[13]. Pengawasan dan pengendalian alih fungsi lahan, terutama di kawasan lindung atau hutan, dapat dilakukan dengan lebih baik[14]. Perencanaan penggunaan lahan yang lebih tepat dan efektif, seperti penentuan lokasi untuk pengembangan industri, pemukiman, dan pertanian[15].

Metode klasifikasi citra satelit terbimbing (supervised Gambar Klasifikasi) adalah salah satu teknik untuk mengidentifikasi dan memetakan tutupan lahan berbasis pada citra satelit[16]. Prinsip dasarnya adalah mengelompokkan piksel-piksel pada citra ke dalam kelas-kelas tutupan lahan yang telah ditentukan sebelumnya, seperti hutan, pemukiman, pertanian, dan lain-lain[17]. Dapat digunakan untuk memantau perubahan tutupan lahan secara berkala lebih efisien dibandingkan dengan metode survei lapangan yang membutuhkan banyak tenaga dan waktu memungkinkan pemetaan tutupan lahan dalam cakupan wilayah yang luas keaslian interpretasi dapat dijaga dengan baik karena berbasis pada data citra satelit yang objektif[18]. Kemampuan dalam mengidentifikasi tutupan lahan yang sulit dikenali secara visual, seperti batas-batas hutan, sawah, dan permukiman melalui kombinasi informasi spektral dan spasial yang ada pada citra Efisiensi dalam hal waktu dan biaya dibandingkan dengan survei lapangan secara manual[19]. Penggunaan metode klasifikasi citra satelit terbimbing memang memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lain, seperti kemampuan menghasilkan peta tutupan lahan yang akurat, efisiensi, dan kemudahan implementasi[20]. Namun, isu-isu seperti kebutuhan data pelatihan yang representatif, karakteristik citra, serta penguasaan teknik pengolahan citra juga perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil yang optimal[21].

Penelitian sebelumnya di Kampung Bumi Raya terkait pemetaan tutupan lahan masih terbatas sehingga informasi detail mengenai tutupan lahan di Kampung Bumi Raya masih minim, khususnya data terkini yang dapat menggambarkan

dinamika perubahan yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir. Selain itu, penelitian sebelumnya juga belum secara khusus mengkaji penggunaan metode Gambar Klasifikasi supervised untuk pemetaan tutupan lahan di wilayah dengan karakteristik yang serupa seperti Kampung Bumi Raya. Terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam pemetaan tutupan lahan di Kampung Bumi Raya yakni Keterbatasan resolusi spasial citra satelit yang digunakan, sehingga sulit mengidentifikasi obyek-obyek kecil seperti pemukiman pedesaan, pertanian, dan tanaman perkebunan[22]. Adanya gangguan awan yang dapat menghambat akurasi klasifikasi[23]. Kurangnya data pelatihan yang representatif untuk kelas-kelas tutupan lahan di wilayah penelitian, sehingga hasil klasifikasi menjadi kurang akurat. Sehingga Penelitian ini akan memberikan kontribusi baru dalam beberapa aspek berupa memberikan informasi detail mengenai kondisi terkini dan dinamika perubahan tutupan lahan di Kampung Bumi Raya Kabupaten Nabire dalam kurun waktu 8 tahun terakhir. Mengkaji efektivitas penggunaan metode Gambar Klasifikasi supervised untuk pemetaan tutupan lahan di wilayah Kampung Bumi Raya.

Untuk memetakan tutupan lahan di Kampung Bumi Raya Kabupaten Nabire menggunakan metode klasifikasi terbimbing dengan memanfaatkan citra satelit google earth pro. Dengan menggunakan citra ini dikarenakan memiliki resolusi spasial tinggi sehingga mampu menyediakan informasi tutupan lahan yang detail. Penggunaan citra satelit ini juga dapat menghemat waktu dan biaya jika dibandingkan dengan survei lapangan secara konvensional. Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis perubahan tutupan lahan di wilayah tersebut dalam kurun waktu 8 tahun terakhir. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan peta tutupan lahan yang akurat dan dapat digunakan untuk mendukung perencanaan serta pengelolaan wilayah di Kampung Bumi Raya, Kabupaten Nabire. Sehingga diharapkan dapat memberikan informasi komprehensif mengenai kondisi tutupan lahan serta perubahannya di Kampung Bumi Raya. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan terkait pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan di wilayah tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

Metode pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder. Untuk Memperoleh suatu Data primer yakni, melalui dengan cara pengunduhan diaplikasi google earth pro for desktop. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui Website <https://www.indonesia-geospasial.com/> Peta RBI

provinsi papua perwilayah Shapefile (SHP) kabupaten/kota.

Metode analisis dilakukan secara kuantitatif berdasarkan analisis statistik data perubahan luas tutupan lahan. Penggunaan tutupan lahan tahun 2013 dan 2022 dilakukan dengan metode Gambar Klasifikasi supervised pada software ArcMap. dalam menyediakan peta tutupan lahan hanya sebatas memberikan informasi tentang perubahan lahan di tahun 2013 dan 2022. Namun dengan didukung oleh data primer dari aplikasi google earth pro dapat memberikan peta tutupan lahan yang cukup baik dikarenakan data primer tersebut mempunyai resolusi yang baik

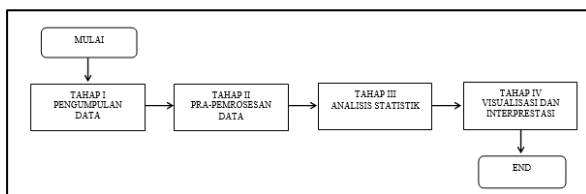
2.1 Alat dan Bahan

Alat dan aplikasi yang digunakan yakni :

1. Perangkat keras : Laptop Lenovo Idealpad, Ram 8 gb, menggunakan AMD Ryzen 7 2700U with Radeon Vega Mobile Gfx 2.20 GHz.
2. Perangkat lunak : Aplikasi ArcMap versi 10.8 dan Microsoft Exel Tahun 2010.

2.2 Alur Kerja (Workflow)

Secara garis besar, metode yang dilakukan untuk mencapai tujuan implementasi ini tergambar pada gambar 1 dalam diagram alur kerja sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Kerja (Workflow)

2.2.1 Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data primer, penelitian ini akan memanfaatkan citra satelit resolusi tinggi yang diperoleh dari *Google Earth Pro*. Data citra yang digunakan adalah data pada tahun 2013 dan 2022 untuk melihat dinamika perubahan tata guna lahan dalam kurun waktu 8 tahun terakhir. Sedangkan data sekunder yakni diperoleh dari website Indonesia geospasial berupa Peta RBI provinsi papua perwilayah Shapefile (SHP) kabupaten/kota.

2.2.2 Pra-Pemrosesan Data

Sebelum dilakukan proses klasifikasi, citra satelit yang diperoleh dari *Google Earth Pro* akan melalui tahap pra-pemrosesan data terlebih dahulu. Tahapan pra-pemrosesan data yang akan dilakukan Koreksi georeferencing dan Memberikan kordinat serta update

georeferencing untuk memotong lokasi yang di inginkan dengan menggunakan new shapefile pada ArcTollBox.

2.2.3 Analisis Statik

Setelah tahap pra-pemrosesan data, selanjutnya akan dilakukan proses pelatihan dan klasifikasi citra menggunakan metode Gambar Klasifikasi supervised. Dengan memberikan kelas pada peta tutupan lahan dari data lapangan. Dan melakukan analisis statistik deskriptif spasial. Pada raster to polygon serta menghitung luas di atribut table menggunakan calculate geometry agar data yang telah di hitung luasnya dapat dibuatkan diagram pada hasil akhirnya dalam bentuk visual.

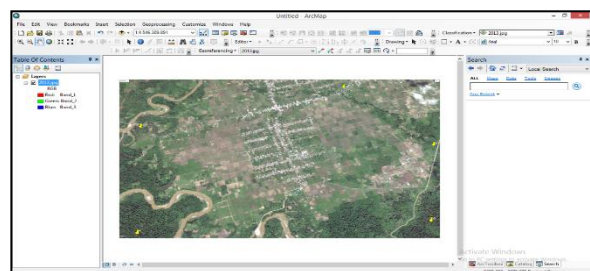
2.2.4 Visual dan Interpretasi

Selanjutnya, akan dilakukan analisis spasial untuk mengetahui dinamika perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kampung Bumi Raya dalam kurun waktu 8 tahun terakhir. Analisis ini akan dilakukan dengan membandingkan peta tutupan lahan tahun 2013 dan 2022 yang diperoleh dari hasil klasifikasi. Informasi mengenai luasan, sebaran, dan perubahan tiap kelas tutupan lahan akan diekstrak dan dianalisis secara komprehensif.

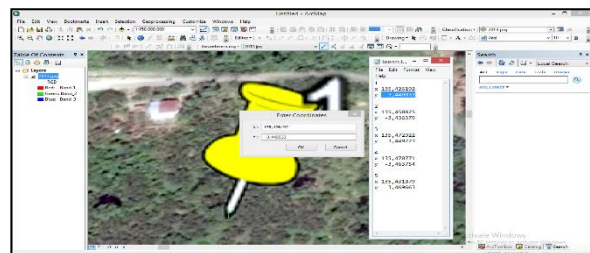
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Peta Kampung Bumi Raya di Aplikasi ArcMap

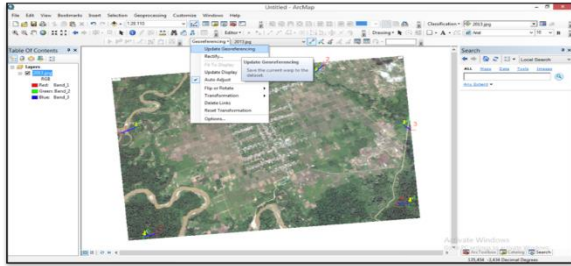
Menambahkan lokasi peta yang telah di unduh dari google earth pro dan memberikan input coordinate sesuai dengan pin agar sesuai dengan objek lokasi penelitian. Serta melakukan update georeferencing seperti digambar 2 berikut ini :



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. (a).Peta Lokasi Penelitian (b). Add Control Points (c). Update Georeferencing

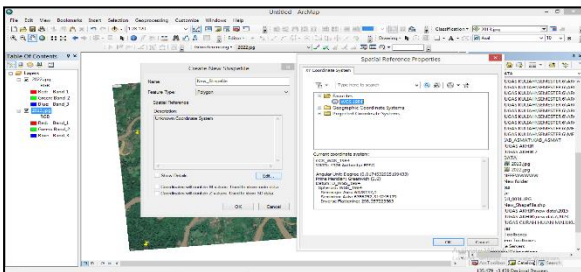
Gambar 2 (a) : Mengambil dan memberikan pin sebagai objek lokasi peta yang telah diunduh melalui aplikasi google earth pro.

Gambar 2(b) : Proses Add Control Points, memasukan kordinat peta yang diperoleh saat mengunduh peta di aplikasi google earth pro

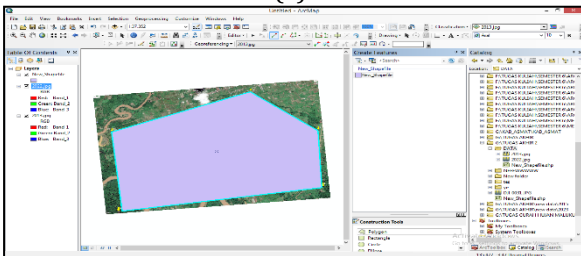
Gambar 2(c) : Update Georeferencing untuk pembaruan kordinat peta yakni menggunakan zona lokasi WGS 1984.

3.2 Mengatur Peta Sesuai Lokasi

Mengatur peta sesuai dengan lokasi menggunakan *New Shapefile* pada menu *Catalog* dan mengatur kordinat pada menu edit di *Create new shapefile* yang dapat dilihat pada gambar.



(a)



(b)

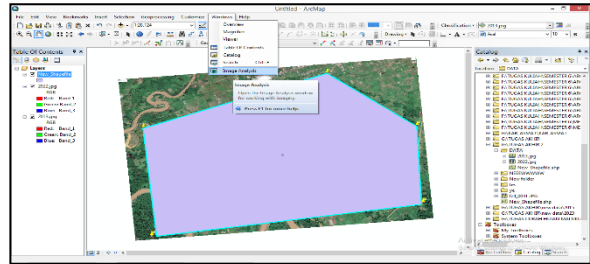
Gambar 3. (a).Create New Shapefile (b). Create Features

Gambar 3 (a) : Melakukan *Create New Shapefile* untuk menentukan polygon serta memberikan kordinat sistem pada menu edit.

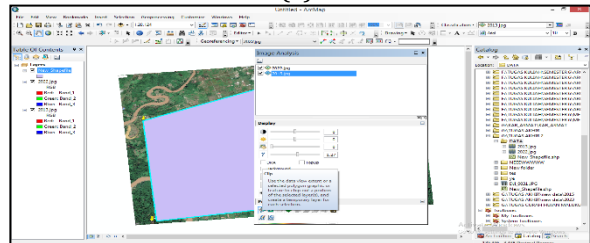
Gambar 3 (b) : Hasil dari *Create Features* memilih titik mana yang diinginkan menggunakan *tools polygon*.

3.3 Pemotongan Peta Menggunakan Gambar Analisis

Melakukan pemotongan peta menggunakan menu *Gambar Analisis* pada masing- masing peta tahun 2013 dan peta tahun 2022. Seperti di lihat pada gambar 4.



(a)



(b)

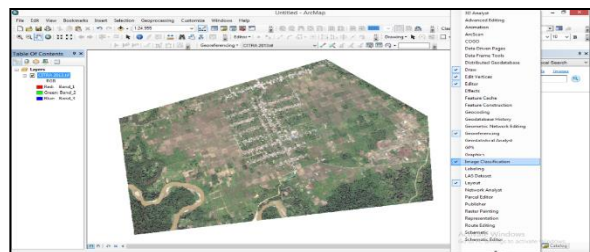
Gambar 4. (a).Gambar Analisis (b).Clip peta 2013 dan 2022

Gambar 4 (a) : *Gambar Analisis* untuk memotong lokasi peta yang diperlukan dalam penelitian ini.

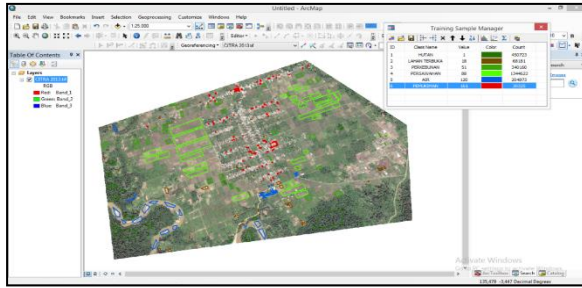
Gambar 4 (b) : Melakukan pemotongan pada masing-masing peta menggunakan menu *Clip*.

3.4 Gambar Klasifikasi pada peta

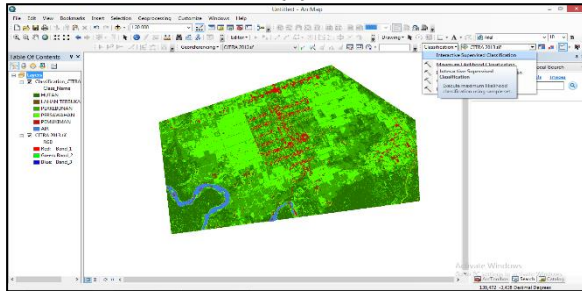
Proses Klasifikasi Pada gambar 5 berikut ini, pada masing-masing peta diberikan class untuk menunjang informasi seperti Hutan, Lahan terbuka, Perkebunan, Persawahan, Air dan Pemukiman.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. (a).Gambar Klasifikasi (b). Training Sample Manager

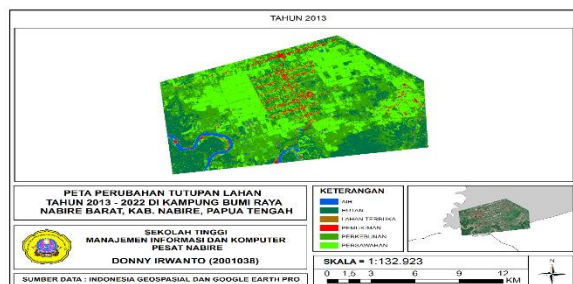
Gambar 5 (a) : Proses ini mengaktifkan Tools pada Dashbor ArcMap agar biasa melakukan Klasifikasi pada peta

Gambar 5 (b): Menentukan kelas berdasarkan kategori yang telah ditentukan secara Select Sample sesuai dengan kategori, semakin banyak sample maka Klasifikasi pada peta semakin akurat.

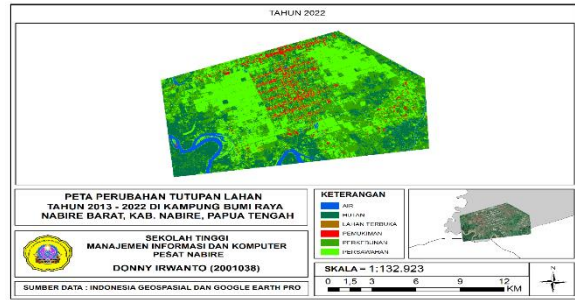
Gambar 5 (c) : Hasil setelah melakukan Klasifikasi menggunakan metode *Interactive Supervised Klasifikasi*

3.5 Hasil layout dari Gambar Klasifikasi Supervised

Pada gambar 6 merupakan Hasil layout Gambar Klasifikasi Supervised sebelum membuat analisis pada atribut table



(a)

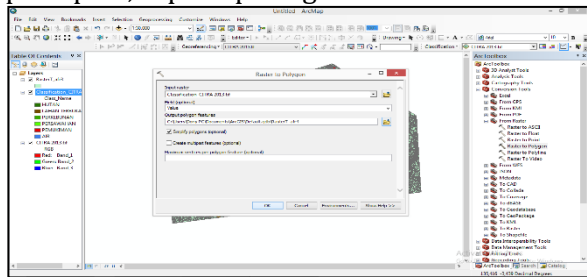


(b)

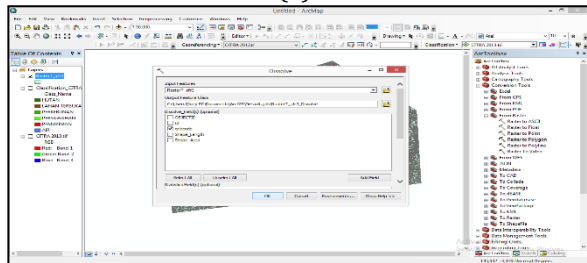
Gambar 6 : (a). Hasil Klasifikasi Tutupan lahan 2013 (b). Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan 2022

3.6 Analisis Peta pada Atribut Table

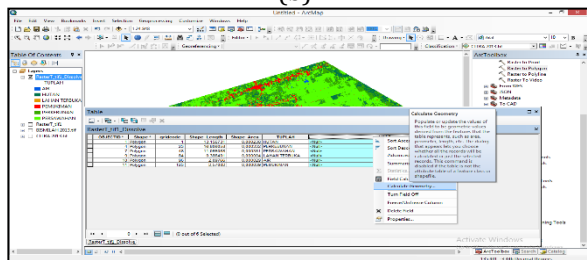
Pada proses ini, melakukan *Raster to Polygon* menggunakan *ArcToolBox* dan menggabungkan peta raster untuk menganalisa atribut table agar dapat diketahui luas lahan pada peta, seperti pada gambar 7 berikut ini.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7.(a). Raster to Polygon (b).Dissolve (c). Calculate Geometry

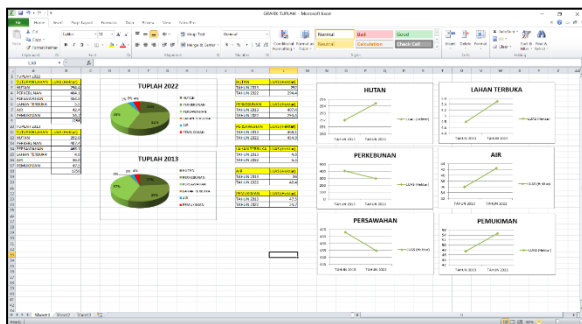
Gambar 7 (a) : *Raster to polygon* digunakan mengkonversikan menjadi data raster dengan menggunakan menu *ArcToolBox*

Gambar 7 (b) : Proses *Dissolve* dilakukan untuk menggabungkan beberapa atribut sesuai dengan *gridcode* pada data *raster*.

Gambar 7 (c) : Menambahkan *field* pada *atribut table* yakni *value field* tutupan lahan dan menghitung Luas menggunakan *Calculate Geometry*

3.7 Membuat Diagram Menggunakan data dari Atribut Table

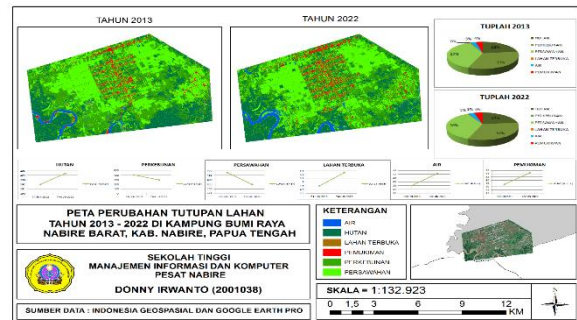
Pembuatan diagram di Microsoft Excel yang memuat informasi dari data yang diperoleh melalui export atribut table. Dengan keterangan luas hutan, perkebunan, persawahan, lahan terbuka, air, dan pemukiman. Pada diagram memuat persentase penggunaan tutupan lahan pada tahun 2013 dan 2022 seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram Tutupan Lahan di aplikasi *Microsoft Excel*

3.8 Pengumpulan Data dari Sumber Lokal

Berdasarkan hasil diatas, setelah melalui proses membuat diagram tutupan lahan di Microsoft Excel. Peta penggunaan tutupan lahan tahun 2013-2022 dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini. Mengalami penurunan penggunaan lahan pada sektor perkebunan dan persawahan. Untuk perkebunan dengan luas lahan pada tahun 2013 yakni 407,7 Ha, sedangkan pada tahun 2022 luas lahan menjadi 404.1 Ha. Begitupun dengan persawahan pada tahun 2013 luas lahan 468,1 Ha. Di tahun 2022 menjadi 454,9 Ha, sedangkan pada sektor lain mengalami peningkatan selama 8 tahun ini. Pemukiman tahun 2013 luas penggunaan lahan 47.5 Ha, ditahun 2022 menjadi 54,7 Ha. Hutan ditahun 2013 penggunaan lahan 292 Ha, ditahun 2022 menjadi 294,4 Ha. Air pada tahun 2013 seluas 36 Ha, ditahun 2022 menjadi 42,4 Ha dan penggunaan lahan terbuka pada tahun 2013 4.8 Ha, ditahun 2022 menjadi 5,5 Ha.



Gambar 9. Tampilan Akhir Peta Penggunaan Tutupan Lahan Tahun 2013-2022 dikampung Bumi Raya, Nabire Barat, Kabupaten Nabire

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode klasifikasi citra satelit terbimbing efektif dalam memetakan dan menganalisis perubahan tutupan lahan di Kampung Bumi Raya, Kabupaten Nabire, selama periode 8 tahun terakhir. Penelitian ini menggunakan data citra satelit *Google Earth Pro* untuk mendapatkan peta tutupan lahan yang detail dan akurat, memungkinkan analisis perubahan luas lahan untuk berbagai kategori seperti hutan, pemukiman, perkebunan, persawahan, air, dan lahan terbuka. Hasil analisis menunjukkan penurunan luas lahan perkebunan dan persawahan, sementara luas lahan pemukiman mengalami peningkatan. Informasi ini penting untuk mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah tersebut, serta sebagai dasar bagi kebijakan yang lebih tepat dalam pengembangan wilayah di masa depan.

V. REFERENSI

- [1] R. Magdalena, S. Saidah, N. K. C. Pratiwi, and A. T. Putra, "Klasifikasi Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit SPOT-6 dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform.,* vol. 7, no. 3, pp. 335-339, 2021.
- [2] C. I. Sari, S. Marlina, and G. I. Tawakal, "penanggulangan Penanggulangan Sampah Kota Palangka Raya Dengan Menggunakan Model Jaring Perangkap Sampah (Floating Litter Trap) Pada Saluran Drainase: Jaring perangkap sampah efektif dalam penanggulangan dan meminimalisir sampah pada saluran drainase. Jum," *J. Tek. SILITEK,* vol. 1, no. 01, pp. 54-63, 2021.
- [3] F. Fadlin, M. A. Thaha, F. Maricar, and M. P. Hatta, "Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Satelit Sentinel 1 di DAS Wanggu Kota Kendari," *J. Tek.*

- Sumber Daya Air*, pp. 77-88, 2021.
- [4] K. Panah, "H., Purwanto, MY], dan Murtalaksono, K.(2019). Analisis Inkonsistensi Penggunaan Lahan Kawasan Lindung DAS Cisadane," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17, no. 3, pp. 416-424, 2019.
- [5] N. Oktivova and I. Rudiarto, "Kajian Penggunaan Lahan Di Sekitar Kawasan Bukit Semarang Baru," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 15, no. 4, p. 262, 2019.
- [6] A. C. Achsan, "Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan Lanskap Perkotaan Kota Palu," *E-Jurnal Arsit. Lansek.*, vol. 3, no. 1, pp. 59-65, 2017.
- [7] R. M. Derajat *et al.*, "Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 operational land imager (oli) di kecamatan pangandaran," *J. Samudra Geogr.*, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [8] C. Persada and E. Suroso, "Prioritas Penentuan Peningkatan Kualitas Lingkungan Permukiman Kumuh yang Berkelanjutan," *J. Presipitasi*, vol. 16, no. 2, pp. 22-32, 2019.
- [9] K. A. Lubis, M. Rusdi, and S. Sugianto, "Proses Segmentasi Citra Satelit Untuk Pemetaan Tutupan Lahan," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 6, no. 4, pp. 691-698, 2021.
- [10] M. Wibowo, "Kajian dampak rencana pembangunan Kawasan Wisata Marina di Pesisir Kabupaten Belitung terhadap kualitas lingkungan sekitarnya," *J. Presipitasi Media Komun. Dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 15, no. 1, pp. 11-24, 2018.
- [11] H. Yanto, R. Wijaya, and G. A. Putra, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Bencana serta Jalur Evakuasi di Padang Pariaman," *J. KomtekInfo*, vol. 6, no. 1, pp. 113-125, 2019.
- [12] A. Palilu, "Faktor-faktor Penyebab Transformasi Lahan Pertanian Di Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat," *J. Jendela Ilmu*, vol. 2, no. 2, pp. 41-47, 2021.
- [13] D. Auliyani, "Analysis of land cover change and its impact on peak discharge in Jelap Sub-Watershed, Sintang District," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 16, no. 1, pp. 61-67, 2018.
- [14] A. G. Salim, I. W. S. Dharmawan, and B. H. Narendra, "Pengaruh luas tutupan lahan hutan terhadap karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17, no. 2, pp. 333-340, 2019.
- [15] M. S. E. Nugroho, P. Purwanto, and S. Suherman, "Pengelolaan Lingkungan Pada IKM Garam Konsumsi Beryodium Di Kabupaten Rembang," *J. Ilmu Lingkung. Undip*, vol. 14, no. 2, pp. 88-95, 2016.
- [16] C. Shi, Z. Lv, H. Shen, L. Fang, and Z. You, "Improved metric learning with the CNN for very-high-resolution remote sensing image classification," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 14, pp. 631-644, 2020.
- [17] A. Herawan, P. R. Hakim, and B. S. Pamadi, "Perangkat Lunak Search Engine Citra Satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 131-136, 2020.
- [18] B. Sasmito, N. Bashit, and E. Rachmadiana, "Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid secara Multitemporal Menggunakan Citra Sentinel 2A (Studi Kasus: Danau Rawa Pening, Jawa Tengah)," *TEKNIK*, vol. 43, no. 2, pp. 178-189.
- [19] T. Aditya, D. Laksono, F. F. Susanta, I. Istarno, D. Diyono, and D. Ariyanto, "Visualization of 3D survey data for strata titles," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 9, no. 5, p. 310, 2020.
- [20] T. R. Fariz, P. I. Permana, F. Daeni, and A. C. P. Putra, "Pemetaan ekosistem mangrove di Kabupaten Kubu Raya menggunakan machine learning pada Google Earth Engine," *J. Geogr. Media Inf. Pengemb. dan Profesi Kegeografian*, vol. 18, no. 2, pp. 83-89, 2021.
- [21] F. D. Adhinata, A. C. Wardhana, D. P. Rakhmadani, and A. Jayadi, "Peningkatan Kualitas Citra pada Citra Digital Gelap," *J. E-Komtek*, vol. 4, no. 2, pp. 136-144, 2020.
- [22] A. Roziqin, O. Gustin, S. Irawan, M. Z. Lubis, C. S. Henora, and D. A. S. Wulandari, "Pemetaan Penggunaan Lahan di Wilayah Kepesisiran Sembulang Pulau Galang Kota Batam," *J. Integr.*, vol. 12, no. 1, pp. 83-87, 2020.
- [23] M. Prabandaru, "Proses Georeferencing Citra Sentinel-2 dengan Menggunakan Software ArcGIS," *J. Ilm. Geomatika*, vol. 2, no. 1, pp. 73-84, 2022.