

AUTOMATIC PALM COUNTING DENGAN METODE TEMPLATE MATCHING (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS SAMUDRA)

Automatic Palm Counting with Template Matching Method (Case Study at Samudra University)

Agusman, Iswahyudi, Iwan Saputra*

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Indonesia.

*Penulis korespondensi: agusman.200801@gmail.com

Abstrak

Lahan kelapa sawit yang dihibahkan kepada Universitas Samudra direncanakan untuk pengembangan kawasan kampus, termasuk pembangunan sejumlah gedung dan fasilitas pendukung. Namun, proses identifikasi dan pemetaan tanaman kelapa sawit selama ini dilakukan secara manual, yang memakan waktu lama, kurang efisien, dan rawan terhadap kesalahan. Permasalahan ini menggaris-bawahi perlunya metode yang lebih cepat dan akurat dalam mendukung perencanaan berbasis data spasial. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah tanaman kelapa sawit pada tahun 2022 dan 2023 di Universitas Samudra menggunakan metode *template matching* dengan *software eCognition Developer*, serta mengevaluasi akurasi hasil deteksi secara otomatis berdasarkan citra udara yang diperoleh menggunakan *drone*. Penelitian dilakukan dengan metode survei dan analisis deskriptif, melibatkan data primer berupa citra udara dan validasi lapangan, serta data sekunder dari peta kawasan kebun kelapa sawit Universitas Samudra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tanaman kelapa sawit tahun 2022 berdasarkan perhitungan otomatis adalah 2.060 batang pohon, sedangkan hasil validasi manual menunjukkan jumlah aktual 2.169 batang pohon dengan selisih 109 pohon. Pada tahun 2023, perhitungan otomatis mendeteksi 1.932 pohon, sementara jumlah aktualnya adalah 2.030 pohon, dengan selisih 98 pohon. Tingkat akurasi perhitungan otomatis tahun 2022 memiliki rata-rata *precision* 98,56%, *recall* 94,05%, dan *F1-score* 95,63%, lebih tinggi dibandingkan tahun 2023 dengan *precision* 97,41%, *recall* 92,73%, dan *F1-score* 94,98%. Kemudian metode *template matching* efektif digunakan untuk deteksi pohon kelapa sawit dan dapat mendukung perencanaan pengembangan kawasan kampus secara efisien. Penggunaan teknologi ini diharapkan menjadi model yang dapat diimplementasikan di berbagai institusi pendidikan lainnya.

Kata kunci: citra *drone*, kelapa sawit, *template matching*, pemetaan otomatis

Abstract

The oil palm land donated to Universitas Samudra is planned for the development of the campus area, including the construction of a number of buildings and supporting facilities. However, the process of identifying and mapping oil palm plants has been done manually, which is time-consuming, inefficient, and prone to errors. This problem underscores the need for faster and more accurate methods to support spatial data-based planning. This study aimed to calculate the number of oil palm plants in 2022 and 2023 at the University of Samudra using the template matching method with eCognition Developer software, as well as evaluate the accuracy of automatic detection results based on aerial images obtained using drones. The research was carried out using survey methods and descriptive analysis, involving primary data in the form of aerial imagery and field validation, as well as secondary data from the map of the oil palm plantation area of Samudra University. The results of the study show that the number of oil palm plants in 2022 based on automatic calculations was 2,060 trees, while the results of manual validation showed the actual number of 2,169 trees with a difference of 109 trees. In 2023, the automatic calculation detected 1,932 trees, while the actual number was 2,030 trees, with a difference of 98 trees. The accuracy level of automatic calculations in 2022 had an average accuracy of 98.56%, recall of 94.05%, and F1-score of 95.63%, higher than in 2023 with precision of 97.41%, recall of 92.73%, and F1-score of 94.98%. Then the template matching method is effectively used for oil palm tree detection and can support the planning of campus area development efficiently. The use of this technology is expected to be a model that can be implemented in various other educational institutions.

Keywords : automatic mapping, drone imagery, template matching, oil palm

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan metode pemetaan modern telah memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan lahan, termasuk pada lahan kelapa sawit. Kota Langsa memiliki kebun kelapa sawit yang sebagian lahannya dihibahkan kepada Universitas Samudra pada tahun 2012 oleh PTPN I sebagai syarat menjadi universitas negeri. Sejak saat itu, lahan kelapa sawit tersebut direncanakan untuk pengembangan fasilitas kampus, termasuk pembangunan gedung dan infrastruktur pendukung lainnya. Namun, proses pemetaan lahan kelapa sawit di area ini masih dilakukan secara manual, yang membutuhkan waktu lama dan hasilnya kurang akurat. Metode manual ini tidak hanya memakan banyak sumber daya tetapi juga menghadapi tantangan dalam memastikan akurasi data yang diperlukan untuk pengembangan kawasan kampus. Seiring dengan perkembangan teknologi penginderaan jauh, citra udara telah menjadi alternatif yang lebih efisien dibandingkan pemetaan terestris. Menurut Ernawa (2020), pemanfaatan citra *drone* dan pengolahan data dengan *software* tertentu mampu menghasilkan informasi yang akurat, cepat, dan hemat biaya. Salah satu metode yang mulai populer adalah *template matching* telah terbukti memiliki tingkat akurasi tinggi dalam pendeteksian pohon kelapa sawit berdasarkan citra udara (Mahalakshmi *et al.*, 2012). Metode ini memungkinkan pendeteksian otomatis pohon berdasarkan pola yang spesifik, seperti warna, bentuk, dan tekstur. Namun, penerapan metode ini di Universitas Samudra masih sangat minim meskipun memiliki potensi besar untuk mendukung perencanaan pembangunan berbasis data spasial.

Penelitian sebelumnya menunjukkan keberhasilan metode *template matching* dalam berbagai konteks, contohnya penelitian oleh Chong *et al.* (2017) yang mengulas berbagai aplikasi penginderaan jauh untuk studi kelapa sawit, termasuk penerapan metode berbasis citra untuk estimasi jumlah tanaman dan luas lahan. Ernawa (2020) juga melaporkan bahwa *template matching* dapat digunakan untuk mendeteksi kelapa sawit di perkebunan besar dengan akurasi tinggi, namun belum ada penelitian yang secara khusus mengaplikasikan metode ini di Universitas Samudra. Studi ini penting untuk mengisi celah penelitian tersebut dan memberikan landasan ilmiah dalam pengelolaan lahan kampus.

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada penghitungan jumlah pohon kelapa sawit tetapi juga mengevaluasi tingkat akurasi metode *template matching* yang diterapkan pada citra udara. Data yang diperoleh diharapkan dapat mendukung pengelolaan lahan berbasis data dan perencanaan strategis untuk pengembangan kawasan kampus Universitas Samudra. Dengan pemetaan yang akurat, universitas dapat menentukan lokasi optimal untuk pembangunan gedung dan fasilitas lain tanpa mengorbankan keberlanjutan ekologis dari lahan yang dimiliki. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi model penerapan teknologi penginderaan jauh di institusi pendidikan lain di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kelemahan metode manual dalam pemetaan kelapa sawit, memanfaatkan keunggulan metode *template matching*, dan memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengelolaan lahan serta perencanaan pembangunan berbasis teknologi di Universitas Samudra.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 sampai dengan Maret 2023. Penelitian lapangan dilakukan di kebun kelapa sawit Universitas Samudra, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi (*Remote Sensing and Cartography Laboratory*) Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: seperangkat laptop yang telah terpasang *software ArcMap 10.8*, *eCognition Developer*, *Drone DJI Phantom 4 Pro V2.0*, dan *GPS (Global Positioning System)*. Bahan-bahan yang digunakan adalah peta citra resolusi tinggi yaitu Peta Universitas Samudra yang diperoleh dari foto udara (*drone*) pada tahun 2022 dan 2023, serta shp kawasan lahan kebun kelapa sawit Universitas Samudra.

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan analisis deskriptif yaitu hasil penelitian yang akan diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya. Dengan menggunakan metode penelitian ini, akan diketahui hubungan yang signifikan antara variabel yang diteliti. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data observasi lapangan dengan berpedoman dengan peta batas administrasi sedangkan data sekunder meliputi

hasil interpretasi data penginderaan jauh, pengambilan data pada instansi terkait, dan studi kepustakaan. Metode *template matching* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan teknik pengolahan citra digital untuk mencocokkan pola objek pada citra dengan *template* tertentu. Tahapan penelitian melibatkan beberapa proses utama, yaitu pengambilan data, pengolahan data citra udara, dan analisis data menggunakan metode *template matching*. Berikut tahapannya:

1. Pengambilan Data Citra Udara

Citra udara diperoleh menggunakan *drone* DJI Phantom 4 Pro V2.0, yang menghasilkan peta dengan resolusi tinggi. Proses ini dilakukan pada lahan kelapa sawit di Universitas Samudra dengan luasan total 22,44 hektar. Data ini meliputi citra pada tahun 2022 dan 2023 untuk perbandingan. Koordinat lokasi tanaman dicatat menggunakan perangkat GPS untuk validasi data lapangan.

2. Proses *Template Matching*

Teknik *template matching* dilakukan dengan membuat *template* atau pola referensi berdasarkan karakteristik visual pohon kelapa sawit, seperti bentuk, warna, dan tekstur pada citra. Tahapannya meliputi pembuatan *template* yang dibuat menggunakan sampel pohon kelapa sawit yang memiliki ciri khas visual tertentu. *Template* ini diterapkan pada citra *drone* untuk mencocokkan pola visual pada seluruh area penelitian. Tingkat kecocokan pola diukur menggunakan nilai ambang batas (*threshold*), yang disesuaikan untuk meningkatkan sensitivitas deteksi.

3. Pengolahan Data dengan *Software eCognition Developer*

Software eCognition Developer digunakan untuk mengolah citra udara dari *drone*. Proses dimulai dengan mengimpor citra resolusi tinggi ke dalam *software*, diikuti dengan identifikasi otomatis pohon kelapa sawit berdasarkan *template* yang telah dibuat. *Software* ini secara otomatis memetakan lokasi pohon berdasarkan kecocokan *template*, menghasilkan data spasial dalam bentuk titik-titik lokasi pohon.

4. Validasi dan Koreksi Manual

Hasil deteksi otomatis divalidasi secara manual untuk memastikan akurasi. Validasi dilakukan dengan membandingkan data hasil deteksi dengan pengamatan langsung di lapangan. Koreksi dilakukan terhadap pohon yang terdeteksi keliru atau pohon yang tidak terdeteksi sama sekali. Data akhir yang diperoleh mencakup jumlah pohon aktual, yang dibandingkan dengan hasil deteksi otomatis untuk menghitung tingkat akurasi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Perhitungan Jumlah Tanaman Kelapa Sawit Tahun 2022 dan 2023

Hasil perhitungan berdasarkan nilai keluaran *software* yang memiliki kesalahan pendeteksian dapat diperbaiki dengan melakukan perhitungan manual dengan proses *edit attribute*. Hasil perhitungan tanaman kelapa sawit melalui perhitungan otomatis menggunakan metode *template matching* atau sebelum *edit attribute* dan hasil perhitungan manual dengan proses *edit attribute* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Tanaman Kelapa Sawit Berdasarkan Metode *Template Matching* Sebelum *Edit Attribute* dan Sesudah *Edit Attribute* Tahun 2022.

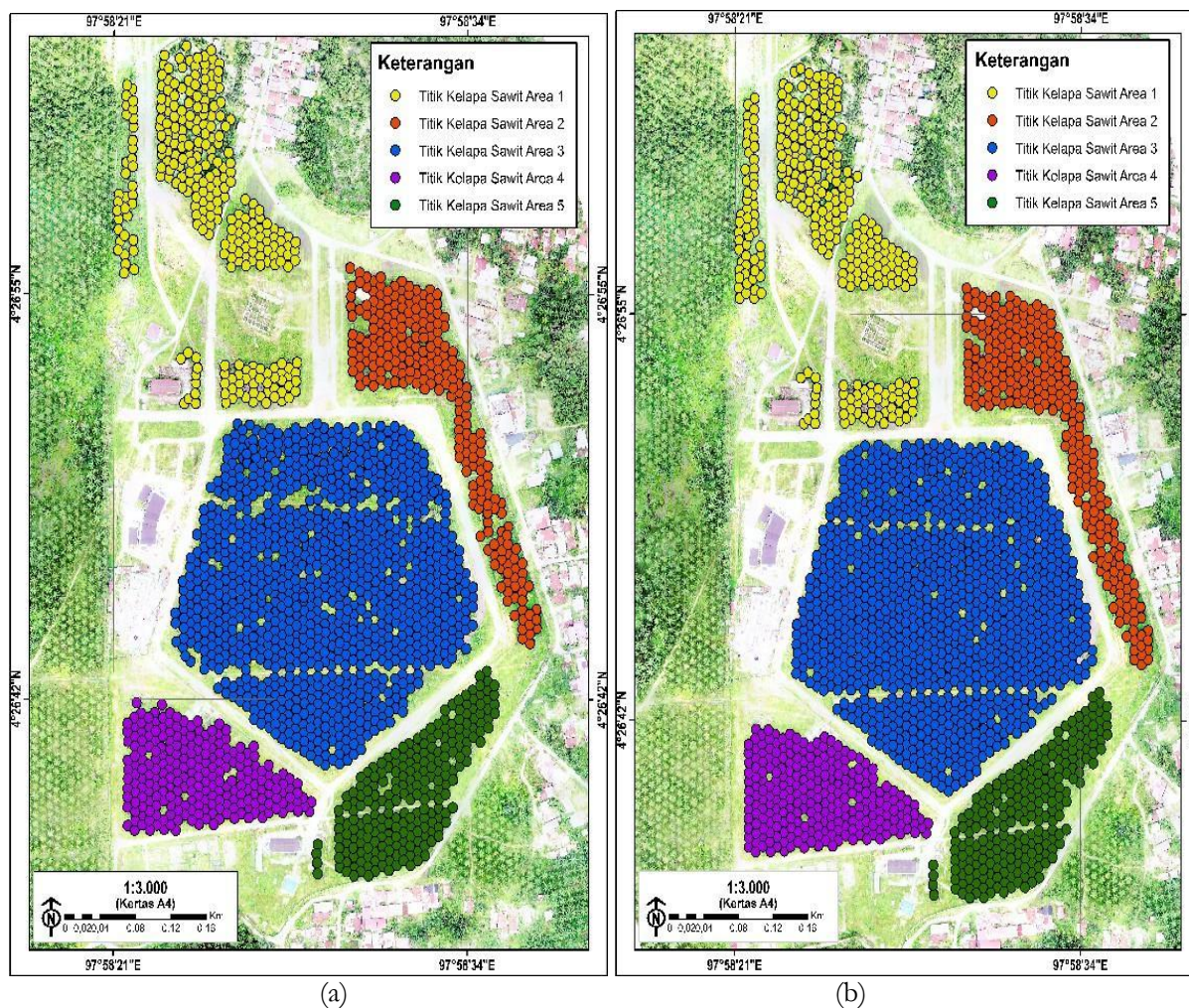
No.	Area	Luas (ha)	Jumlah Tanaman (Batang)	
			Sebelum <i>Edit Attribute</i>	Sesudah <i>Edit Attribute</i>
1	Area 1	5,54	290	307
2	Area 2	2,9	244	265
3	Area 3	9,51	1.055	1.116
4	Area 4	2,26	240	250
5	Area 5	2,23	231	231
Total		22,44	2.060	2.169

Berdasarkan Tabel 1. di atas dapat diketahui hasil perhitungan otomatis menggunakan metode *template matching* pada tiap area. Hasil dari perhitungan jumlah pohon secara otomatis tidak bisa dipercaya 100% kebenarannya karena ada sebagian yang terdapat kesalahan dalam

klasifikasi. Metode untuk menandai kesalahan perhitungan otomatis dengan melihat secara tepat hasil perhitungan otomatis menggunakan citra yang ada (Ernawa, 2020). Hasil nilai keluaran *software* atau sebelum *edit attribute* yang berhasil dideteksi sebagai pohon kelapa sawit di kampus

Universitas Samudra memiliki total sebanyak 2.060 batang pohon. Setelah dilakukan perhitungan manual dengan proses *edit attribute* didapatkan hasil aktual dengan total sebanyak

2.169 batang pohon dan hasil pemetaan perhitungan pohon kelapa sawit secara manual dengan proses *edit attribute* tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Hasil Perhitungan Tanaman Kelapa Sawit *Sebelum Edit Attribute* Tahun 2022 (a). dan *Sesudah Edit Attribute* Tahun 2022 (b).

Berdasarkan Gambar 1a dapat dilihat titik sampel yang dihasilkan dari pendeteksian secara otomatis menggunakan metode *template matching* belum memberikan hasil aktual pohon kelapa sawit pada masing-masing area. Terdapat beberapa tanaman kelapa sawit yang terlewat saat dilakukan pendeteksian objek. Sedangkan pada Gambar 1b setelah dilakukan perhitungan manual dengan proses *edit attribute*, titik kelapa sawit memiliki jumlah yang sama dengan jumlah pohon kelapa sawit yang ada pada kampus Universitas Samudra sehingga jumlah tanaman kelapa sawit

yang sebenarnya dapat diketahui. Selain citra resolusi tinggi (*google earth*), citra foto udara (*drone*) juga termasuk dalam citra yang beresolusi tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk manajemen pemetaan kelapa sawit. Citra udara ialah peta foto yang diperoleh dari survei udara dengan proses pemotretan melalui udara pada wilayah tertentu dengan metode fotogrametris (Tjahjadi *et al.*, 2019). Hasil interpretasi peta dan kondisi lapangan hasil verifikasi lapangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kenampakan pada Citra dan Kondisi Lapangan.

Kenampakan Pada Citra		Kondisi Lapangan	
Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2022	Tahun 2023
			

Keterangan: Perbedaan kenampakan citra dan kondisi lapangan antara sebelum penebangan pohon kelapa sawit tahun 2022 dan sesudah penebangan pohon kelapa sawit tahun 2023.

Salah satu cara melakukan perhitungan jumlah pohon kelapa sawit dapat dengan menggunakan *software eCognition*. Algoritma yang dapat digunakan yaitu *Template Matching*, algoritma ini membolehkan untuk mendeteksi bagian tertentu pada citra yang sesuai dengan *template* yang telah terbuat (Mabrur *et al.*, 2021). Nilai keluaran *software* pada perhitungan secara otomatis kedua ini menghasilkan titik tanaman kelapa sawit yang terdapat pada beberapa titik yang tidak

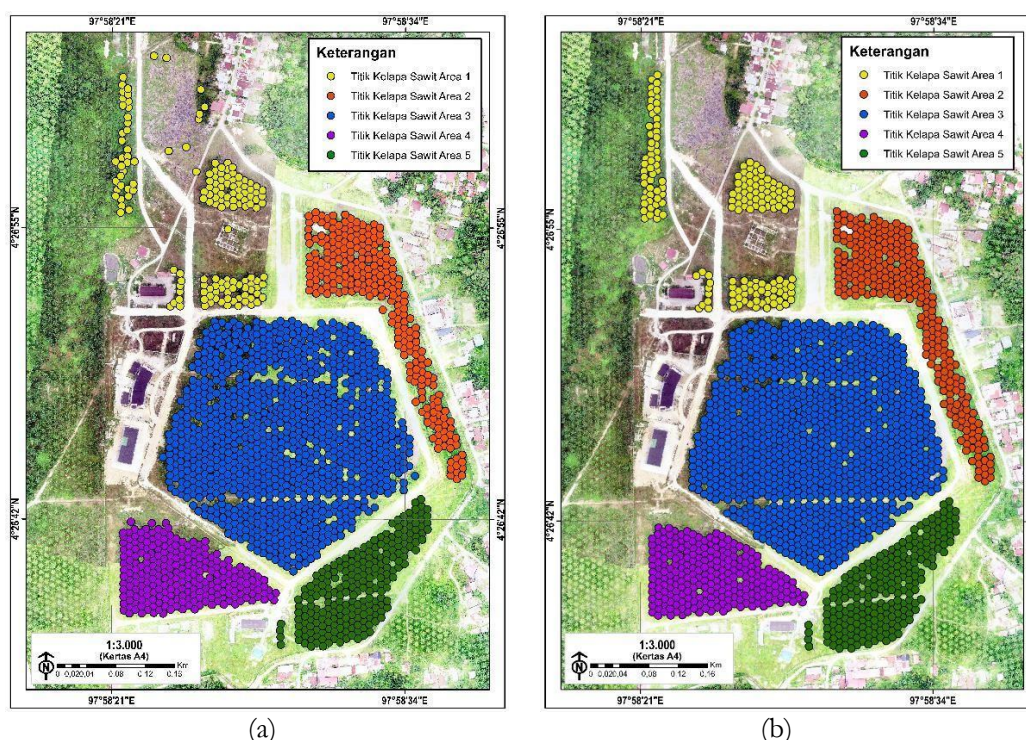
mendeteksi tanaman kelapa sawit dengan benar. Perhitungan manual dengan proses *edit attribute* juga dilakukan untuk memperbaiki titik yang mendeteksi tanaman kelapa sawit dan menampilkan jumlah tanaman kelapa sawit yang sebenarnya. Hasil perhitungan otomatis atau sebelum *edit attribute* menggunakan metode *template matching* dan hasil perhitungan manual dengan *edit attribute* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tanaman Kelapa Sawit Berdasarkan Metode *Template Matching* Sebelum *Edit Attribute* Dan Sesudah *Edit Attribute* Tahun 2023.

No.	Area	Luas (ha)	Jumlah Tanaman (Batang)	
			Sebelum <i>edit attribute</i>	Sesudah <i>edit attribute</i>
1	Area 1	5,54	151	168
2	Area 2	2,9	250	265
3	Area 3	9,51	1.058	1.116
4	Area 4	2,26	245	250
5	Area 5	2,23	228	231
Total		22,44	1.932	2.030

Tabel 3 menunjukkan hasil keluaran nilai *software* setelah perhitungan ulang secara otomatis menggunakan metode *template matching* atau sebelum *edit attribute* memiliki nilai keluaran dengan total sebanyak 1.932 batang pohon yang dideteksi sebagai pohon kelapa sawit. Kemudian setelah dilakukan perhitungan manual dengan proses *edit attribute* didapatkan hasil aktual dengan total sebanyak 2.030 batang pohon. Gagasan ini

mendukung bahwa sejumlah besar *template* telah tercipta melalui pengalaman hidup. Tiap-tiap *template* berhubungan dengan suatu makna tertentu (Abikindo, 2010). Secara spasial hasil pemetaan jumlah tanaman kelapa sawit menggunakan metode *template matching* dan hasil pemetaan perhitungan pohon kelapa sawit secara manual dengan proses *edit attribute* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Hasil Perhitungan Tanaman Kelapa Sawit *Sebelum Edit Attribute* Tahun 2023 (a). dan *Sesudah Edit Attribute* Tahun 2023 (b).

Berdasarkan Gambar 2a dapat dilihat titik sampel pohon kelapa sawit yang terdeteksi berdasarkan perhitungan ulang secara otomatis atau sebelum *edit attribute* dan perhitungan manual dengan proses *edit attribute* pada citra foto udara tahun 2023. Terdapat beberapa titik sampel yang masih belum dicocokkan dengan tanaman kelapa sawit secara keseluruhan. Pada tiap area terdapat beberapa titik sampel yang salah mendeteksi area yang tidak memiliki pohon

kelapa sawit sehingga menyebabkan kekeliruan jumlah pohon kelapa sawit yang sebenarnya. Pada Gambar 2b jumlah aktual tanaman kelapa sawit telah diketahui dengan melakukan penghitungan secara manual dengan menggunakan proses *edit attribute*. Titik yang salah terdeteksi dan titik yang tidak mendeteksi tanaman kelapa sawit telah diperbaiki dan dicocokkan dengan tanaman kelapa sawit aktual yang ada di kampus Universitas Samudra.

Tabel 4. Selisih Jumlah Tanaman Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah *Edit Attribute* Tahun 2022.

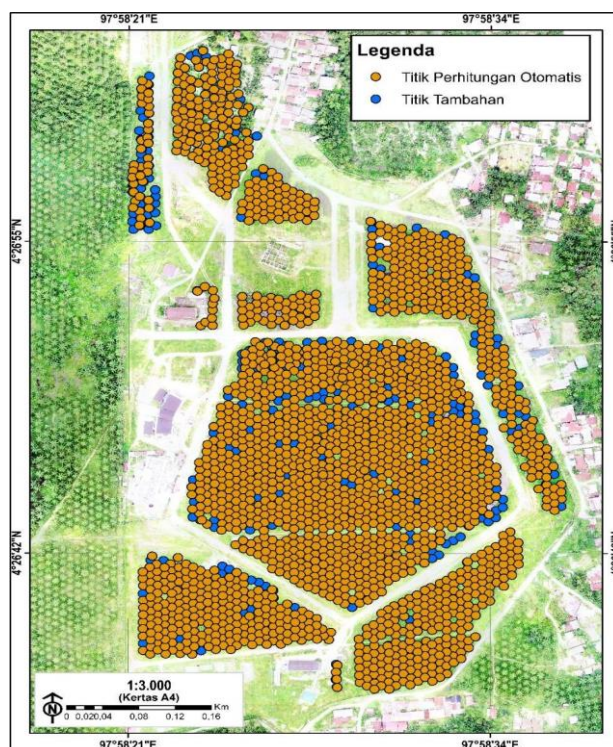
No.	Area	Luas (ha)	Jumlah Tanaman (Batang)		Selisih
			Sebelum <i>edit attribute</i>	Sesudah <i>edit attribute</i>	
1	Area 1	5,54	290	307	- 17
2	Area 2	2,9	244	265	- 21
3	Area 3	9,51	1.055	1.116	- 61
4	Area 4	2,26	240	250	- 10
5	Area 5	2,23	231	231	-
Total		22,44	2.060	2.169	-109

Tabel 4. menunjukkan selisih jumlah tanaman kelapa sawit berdasarkan perhitungan secara otomatis atau sebelum *edit attribute* dan sesudah *edit attribute*. Terdapat total selisih 109 batang pohon di kampus Universitas Samudra yang tidak terdeteksi sebagai tanaman kelapa sawit dengan

selisih paling kecil pada area 5 yaitu 0 batang pohon dan selisih paling besar pada area 3 yaitu sebesar 61 batang pohon. Hal ini disebabkan area 5 merupakan area yang paling kecil dan minim vegetasi lain sehingga semakin minim terjadi kesalahan pendeteksian. Hal ini sesuai dengan

hasil penelitian Irsanti *et al* (2019) dengan menggunakan *template matching*, hasil penghitungan otomatis jumlah pohon kelapa sawit pada data foto dengan teknik HSV diperoleh persentase sebesar 82,4% untuk luasan 1 blok; 88% untuk luasan 250m x 250m; 91,4% untuk luasan 200m x 200m; dan 89,8% untuk luasan 100m x 100m. Hasil penghitungan otomatis jumlah pohon kelapa sawit pada data

foto original diperoleh persentase sebesar 79,1% untuk luasan 1 blok; 83,2% untuk luasan 250m x 250m; 94,2% untuk luasan 200m x 200m; dan 84,4% untuk luasan 100m x 100m. Sedangkan area 3 merupakan area paling besar sehingga kesalahan pendeteksian rawan terjadi. Peta selisih jumlah tanaman kelapa sawit sebelum dan sesudah *edit attribute* tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Selisih Jumlah Tanaman Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah *Edit Attribute* Tahun 2022.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat peta selisih perhitungan otomatis atau sebelum *edit attribute* yang ditandai dengan titik berwarna orange dan perhitungan manual atau sesudah *edit attribute* yang ditandai dengan warna biru. Titik sesudah *edit attribute* memperbaiki pendeteksian dengan menambahkan titik pada beberapa tanaman kelapa sawit yang tidak terdeteksi dan memperbaiki titik yang salah melakukan pendeteksian sehingga hasil jumlah tanaman kelapa sawit yang sebenarnya dapat diketahui.

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian Reviyansyah *et al.* (2018), hasil berupa Teknologi GIS dapat digunakan dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit dengan mengintegrasikan data spasial dan data kegiatan perkebunan sehingga terbentuklah data base kebun yang berbasis sistem informasi geografis. Pemakaian GIS berimplikasi pada efisiensi waktu dan kemudahan analisis dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

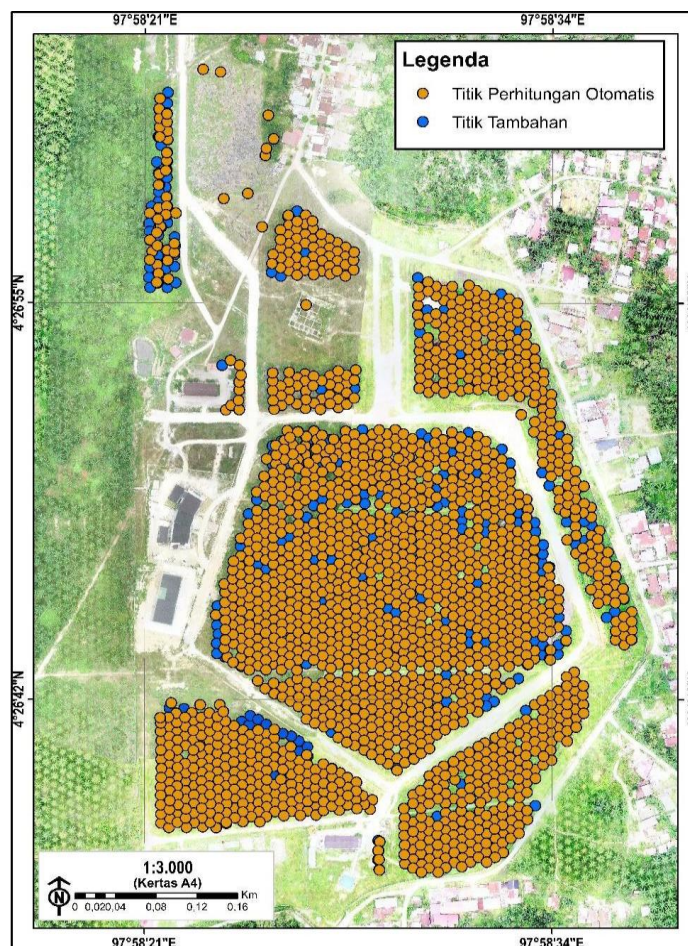
Tabel 5. Selisih Jumlah Sampel Tanaman Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah *Edit Attribute* Pada Tahun 2023.

No.	Area	Luas (ha)	Jumlah Tanaman (Batang)		Selisih
			Sebelum <i>edit attribute</i>	Sesudah <i>edit attribute</i>	
1	Area 1	5,54	151	168	- 17
2	Area 2	2,9	250	265	- 15

No.	Area	Luas (ha)	Jumlah Tanaman (Batang)		Selisih
			Sebelum <i>edit attribute</i>	Sesudah <i>edit attribute</i>	
3	Area 3	9,51	1.058	1.116	- 58
4	Area 4	2,26	245	250	- 5
5	Area 5	2,23	228	231	- 3
Total		22,44	1.932	2.030	- 98

Berdasarkan Tabel 5. dapat dilihat selisih jumlah pohon kelapa sawit berdasarkan perhitungan secara otomatis atau sebelum *edit attribute* dan secara manual dengan *edit attribute* pada tahun 2023. Terdapat selisih total sebanyak 98 batang pohon yang tidak terdeteksi sebagai pohon kelapa sawit dengan selisih paling kecil pada area 5 yaitu 3 batang pohon. Hal ini sesuai dengan penelitian Armanto *et al.* (2024), hasil penelitian menunjukkan bahwa dari beberapa

sampel yang telah diuji menampakkan hasil yang cukup baik. Pada sampel 4 didapatkan hasil perhitungan otomatis sebanyak 50 pohon kelapa sawit dengan referensi sebanyak 56 pohon kelapa sawit, serta memiliki nilai kesalahan komisi 0, nilai kesalahan komisi 0,95 dan akurasi 0,95. Dari semua sampel keseluruhan akurasi yakni sebesar 0,88. Peta selisih jumlah tanaman kelapa sawit sebelum dan sesudah *edit attribute* tahun 2023 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Selisih Jumlah Tanaman Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah *Edit Attribute* Tahun 2023.

Hasil Validasi dan Akurasi Model

Tingkat keberhasilan perhitungan secara otomatis menggunakan metode *template matching* berdasarkan rasio evaluasi model. Nilai evaluasi

model berdasarkan hasil pengujian evaluasi model perhitungan otomatis menggunakan metode *template matching* tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 6.

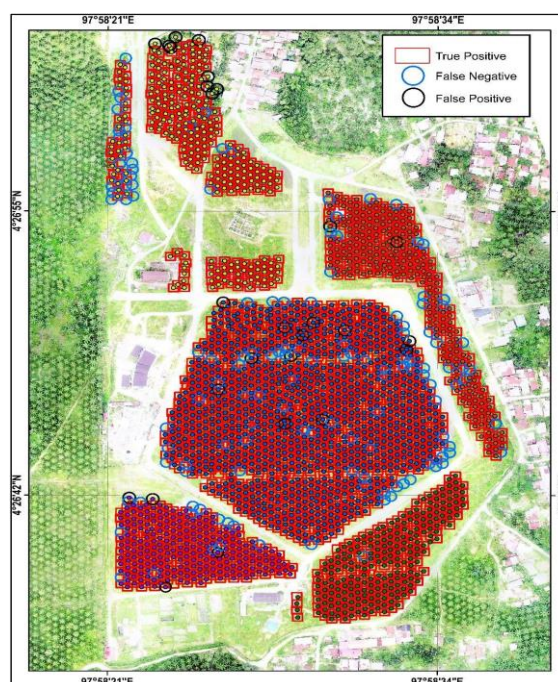
Tabel 6. Evaluasi Model Perhitungan Kelapa Sawit Menggunakan Metode *Template Matching* Tahun 2022

Area	Jumlah Pohon		<i>True Positive</i>	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	<i>F1-score</i> (%)
	Sebelum <i>Edit Attribute</i>	Sesudah <i>Edit Attribute</i>						
1	290	307	281	9	26	96,89%	91,53%	94,13%
2	244	265	242	2	23	99,18 %	91,32%	95,08%
3	1.055	1.116	1.043	12	73	98,86%	93,45%	96,07%
4	240	250	236	4	14	98,33%	94,40%	96,32%
5	231	231	230	1	1	99,56%	99,56%	99,56%
Rata-rata/Jumlah	2.060	2.169	2.032	28	137	98,56%	94,05%	96,23%

Hasil pengukuran kinerja berbasis *confusion matrix* pada tabel 8 menunjukkan pengujian deteksi pohon kelapa sawit menggunakan metode *template matching* terhadap 2.169 pohon kelapa sawit di tahun 2022 pada 5 area, secara keseluruhan menunjukkan hasil yang memuaskan karena nilai *precision* pada metode ini memiliki rata-rata mencapai 98,56% dengan nilai *precision* terendah pada area 1 yaitu 96,89% dengan nilai *true positive* sebanyak 281 titik, *false negative* sebanyak 9 titik, dan *false positive* sebanyak 26 titik. Hal ini disebabkan area 1 memiliki banyak vegetasi lain selain pohon kelapa sawit yang menyebabkan kesalahan pendeteksian terhadap pohon kelapa sawit yang sebenarnya (PTPN, 2021). Nilai *precision* tertinggi pada area 5 yaitu 99,56% dengan nilai *true positive* sebanyak 230 titik, *false negative* sebanyak 1 titik dan *false positive* sebanyak 1 titik dikarenakan area 5 memiliki luas wilayah yang paling kecil dan tidak ada vegetasi selain pohon kelapa sawit sehingga memudahkan pendeteksian. Nilai *precision* yang tinggi ini membuktikan bahwa metode *template matching* sangat baik dalam mendeteksi objek kelapa sawit dengan benar dan hanya memiliki sedikit kesalahan dalam pendeteksian (*False Positive*).

Nilai *recall* pada metode *template matching* menunjukkan hasil algoritma yang baik, secara keseluruhan memiliki rata-rata nilai 94,05% dalam mendeteksi objek tanaman kelapa sawit, dengan

nilai pengujian terendah pada area 2 yaitu 91,32% untuk beberapa objek yang tidak terdeteksi. Hal ini disebabkan pengujian yang kurang baik karena nilai *threshold* yang rendah. *Threshold* dalam *template matching* adalah nilai ambang untuk menilai kesesuaian antara *template* dan objek di citra. Jika kesesuaian melebihi *threshold*, objek dianggap terdeteksi. *Threshold* mengontrol keakuratan deteksi; nilai tinggi membuat deteksi lebih ketat, sedangkan nilai rendah memungkinkan deteksi fleksibel tapi berisiko salah. nilai tertinggi pengujian pada area 5 mencapai 99,56% dengan hanya melewatkan 1 pohon kelapa sawit yang ada pada area 5 (*False Negative*). Nilai *F1-score* pada pengujian ini memiliki rata-rata perhitungan sebesar 96,23% dengan nilai pengujian tertinggi pada area 5 sebesar 99,56% berbanding lurus dengan nilai *precision* dan *recall* dan nilai pengujian terendah yaitu pada area 1 sebesar 94,13%. Nilai *F1-score* yang baik menunjukkan tingkat kualitas dari *precision* dan *recall* yang baik karena *F1-score* merupakan rata-rata hasil pengujian *precision* dan *recall*. Hasil *F1-score* yang memuaskan pada metode *template matching* ini memastikan algoritma *template matching* memiliki model pendeteksian objek yang berbanding lurus antara prediksi dan hasil sebenarnya (Natan *et al.*, 2019). Hasil analisis berdasarkan *confusion matrix* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Analisis Berdasarkan Rasio Confusion Matrix Tahun 2022.

Gambar 5 menunjukkan hasil *confusion matrix* berdasarkan variabel evaluasi model yaitu *true positive* (kotak merah), *false positive* (lingkaran biru), dan *false negative* (lingkaran hitam). Pada area 3 *true positive* masih mendominasi hasil pengujian walaupun terdapat 12 *false positive* dan 73 *false negative* yang menyebabkan area 3 merupakan area dengan kesalahan pendeteksian terbanyak dibandingkan area lainnya. Hal ini disebabkan luasnya area yang dideteksi dan kesalahan template yang menjadi acuan penentuan titik kelapa sawit. Pada area 5 menunjukkan *true positive* lebih mendominasi daripada *false negative* dan *false positive* yang menunjukkan ketelitian metode dalam menentukan pohon kelapa sawit sangat

baik pada area 5. Area ini hanya memiliki 1 *false positive* dan 1 *false negative* disebabkan kesalahan sistem mendeteksi pohon kelapa sawit yang aktualnya bukan pohon kelapa sawit. Ini menunjukkan ketelitian pendeteksian kelapa sawit di area 5 sangat memuaskan karena areanya lebih kecil dan hanya ada kelapa sawit menyebabkan sistem mengikuti *template* dengan sangat baik dibandingkan area lainnya, sehingga pendeteksian lebih mudah dan ketelitian menjadi lebih tinggi (Saputra, 2021). Nilai evaluasi model berdasarkan hasil pengujian evaluasi model perhitungan otomatis menggunakan metode *template matching* tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Evaluasi Model Perhitungan Kelapa Sawit Menggunakan Metode *Template Matching* Tahun 2023.

Area	Jumlah Pohon		<i>True Positive</i> (TP)	<i>False Positive</i> (FP)	<i>False Negative</i> (FN)	<i>Precision</i> (%)	<i>Recall</i> (%)	F1- <i>score</i> (%)
	Sebelum <i>edit attribute</i>	Sesudah <i>edit attribute</i>						
1	151	168	140	11	28	92,71%	83,33%	87,77%
2	250	265	248	2	17	99,20%	93,58%	96,30%
3	1.058	1.116	1.046	12	70	98,86%	93,72%	96,22%
4	245	250	237	8	13	96,73%	94,80%	95,75%
5	228	231	227	1	4	99,56%	98,26%	98,90%
Rata-rata/Jumlah	1.932	2.030	1.898	34	132	97,41%	92,73%	94,98%

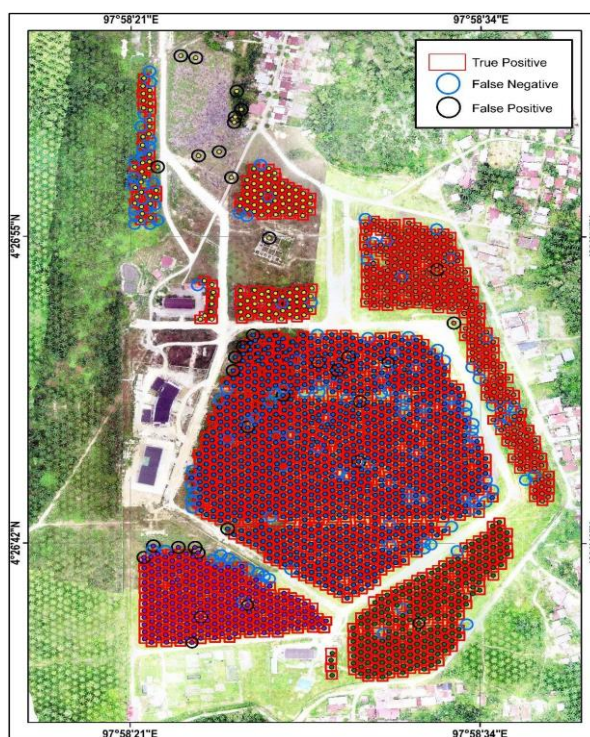
Tabel 7 menunjukkan hasil pengukuran kinerja berbasis *confusion matrix* terhadap

pengujian perhitungan pohon kelapa sawit secara otomatis menggunakan metode *template*

matching terhadap 2.030 pohon kelapa sawit pada tahun 2023 di 5 area kampus Universitas Samudra, secara keseluruhan menunjukkan hasil yang cukup memuaskan pada beberapa rasio evaluasi model seperti pada nilai precision, metode ini memiliki rata-rata mencapai 97,41%. Pada perhitungan kedua ini, metode template matching masih memberikan hasil perhitungan yang sangat baik meskipun mengalami penurunan persentase nilai.

Nilai recall pada metode template matching menunjukkan hasil yang baik dalam mendeteksi objek tanaman kelapa sawit dengan nilai rata-rata recall mencapai 92,73% dengan nilai tertinggi

mencapai hanya 98,26% pada area 5. Nilai ini juga mengalami penurunan kinerja pendeteksian jika merujuk pada Tabel 8, yaitu mencapai 94,05% dengan nilai recall tertinggi mencapai 99,56%. Nilai F1-score pada perhitungan kedua ini memiliki rata-rata perhitungan sebesar 94,98%. Hasil F1- score pada perhitungan kedua ini cukup memuaskan meskipun mengalami penurunan karena nilai dari precision dan recall yang juga mengalami penurunan hasil pada perhitungan kedua dibandingkan dengan hasil precision dan recall pada perhitungan pertama (Utami et al. 2022). Hasil Analisa berdasarkan confusion matrix dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Analisis Berdasarkan Rasio Confusion Matrix Tahun 2023.

Gambar 6 menunjukkan hasil *confusion matrix* berdasarkan variabel evaluasi model. Pada area 3 *true positive* masih mendominasi hasil pengujian walaupun terdapat 12 *false positive* dan 70 *false negative* yang menyebabkan area 3 merupakan area dengan kesalahan pendeteksian terbanyak dibandingkan area lainnya. Hal ini disebabkan luasnya area yang dideteksi dan kesalahan *template* yang menjadi acuan penentuan titik kelapa sawit. Akan tetapi, terdapat peningkatan kualitas pendeteksian dibandingkan dengan pengujian pada area 3 pada tahun 2022 yaitu 73 *false negative*. Sistem mendeteksi beberapa kelapa sawit dengan acuan *template* yang diperbaiki pada proses *select*







sample sehingga menaikkan ketelitian pada metode *template matching* yang digunakan (Galih et al. 2021). Area 5 menunjukkan *true positive* lebih mendominasi daripada *false negative* dan *false positive* menunjukkan ketelitian metode dalam menentukan pohon kelapa sawit sangat baik pada area 5, yang hanya memiliki 1 *false positive* tetapi mengalami penurunan ketelitian yaitu terdapat 4 *false negative*. Artinya 4 pohon kelapa sawit tidak terdeteksi disebabkan kesalahan pendeteksian sistem dalam mendeteksi pohon kelapa sawit yang aktualnya bukan pohon kelapa sawit, tetapi ini menunjukkan ketelitian pendeteksian kelapa sawit di area 5 masih sangat memuaskan karena

areanya yang lebih kecil dan hanya ada kelapa sawit sehingga sistem mengikuti *template* dengan sangat baik dibandingkan area lainnya dan menghasilkan ketelitian yang tinggi dalam mendeteksi kelapa sawit.

Analisis Citra dan Kesalahan Klasifikasi

Hasil interpretasi peta dan *ground check* berdasarkan skala tertentu hasil verifikasi lapangan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Unsur Kenampakan pada Citra dan Kondisi Lapangan.

Unsur Interpretasi	Kenampakan Citra	Pada Kondisi Lapangan	Keterangan
Warna			Perbedaan warna dapat dilihat tergantung waktu pengamatan dan umur tanam. Warna hijau tua adalah pelepah daun kelapa sawit yang sudah tua dan kuning pucat adalah warna daun kelapa sawit yang masih muda.
Tekstur			Tekstur dari pohon kelapa sawit cenderung halus, karena ketinggian varietas lebih beragam.
Bentuk			Perbedaan antara bentuk tajuk kelapa sawit yang berbentuk bintang dan bentuk vegetasi lain yang beragam serta tidak beraturan pada citra dan kondisi lapangan.

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa interpretasi citra tanaman kelapa sawit di lokasi penelitian yang diidentifikasi secara visual dengan menggunakan unsur-unsur interpretasi citra. Adapun dalam proses pendeteksian dan perhitungan kelapa sawit, tekstur tidak terlalu berpengaruh dalam proses pendeteksian.

Ada beberapa kesalahan klasifikasi dalam melakukan pendeteksian kelapa sawit seperti warna antara vegetasi lain yang sama dengan warna tajuk kelapa sawit sehingga menyebabkan

vegetasi lain terdeteksi sebagai pohon kelapa sawit. Tingkat kerapatan tanaman kelapa sawit dengan vegetasi lain dan tingkat ketelitian *software* yang rendah akibat nilai *threshold* yang rendah pada saat pembentukan *template* juga merupakan penyebab terjadinya kesalahan klasifikasi sehingga tanaman kelapa sawit terlewat dan tidak terdeteksi (Gunawan *et al.* 2020). Kesalahan klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kesalahan Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit pada Citra Foto Udara

No.	Kenampakan pada Citra	Kenampakan di Lapangan	Keterangan
1			Kesalahan klasifikasi pada citra terlihat tanaman kelapa sawit tidak ikut terdeteksi oleh <i>software</i> dalam perhitungan otomatis tanaman kelapa sawit karena warna tajuk yang kurang cerah dan hampir mirip dengan warna semak belukar.
2			Kesalahan klasifikasi pada citra terlihat vegetasi lain dideteksi sebagai pohon kelapa sawit karena tanaman kelapa sawit terlalu rapat dengan vegetasi lain

Kesimpulan

- Jumlah tanaman kelapa sawit yang dihitung menggunakan metode *Template Matching* pada citra (*drone*) tahun 2022 berjumlah 2.060 batang pohon, sedangkan perhitungan yang dilakukan secara manual diperoleh hasil sebanyak 2.169 batang pohon. Terdapat selisih jumlah tanaman kelapa sawit sebanyak 109 batang pohon.
- Pada tahun 2023 diperoleh hasil jumlah tanaman kelapa sawit yang dihitung menggunakan metode *Template Matching* pada citra (*drone*) yaitu sebanyak 1.932 batang pohon, sedangkan hasil perhitungan manual diperoleh sebanyak 2.030. Dari kedua perhitungan tersebut diperoleh selisih 98 batang pohon.
- Hasil perhitungan rasio evaluasi model terhadap metode *template matching* tahun 2022 memiliki nilai rata-rata *precision* 98,56% dan *recall* 94,05% sehingga rata-rata keakuratan *software eCognition* dalam menghitung tanaman kelapa sawit secara otomatis berdasarkan nilai *F1-score* sebesar 96,23%, sedangkan hasil perhitungan rasio evaluasi model terhadap metode *template matching* tahun 2023 memiliki nilai rata-rata *precision* 97,41%, *recall* 92,73%, dan nilai rata-rata keakuratan *software* berdasarkan nilai *F1-score* sebesar 94,98%.
- Hal ini menunjukkan bahwa hasil evaluasi model pada tahun 2022 lebih baik daripada tahun 2023 dalam pendeteksian pohon kelapa sawit.
- Kesalahan klasifikasi objek dipengaruhi beberapa hal seperti area tanaman kelapa sawit yang bersifat heterogen, yaitu banyaknya vegetasi selain kelapa sawit di area tersebut serta warna tajuk dan permukaan vegetasi yang sama menyebabkan kesalahan klasifikasi pada citra. Nilai *threshold* yang rendah juga memengaruhi tingkat ketelitian *software* dalam melakukan pendeteksian tanaman kelapa sawit pada citra
- Penelitian selanjutnya sebaiknya dapat dilakukan pada lahan dalam skala yang lebih luas untuk menguji tingkat keberhasilan dan keakuratan *Software eCognition* secara kontinu.
- Untuk mendapatkan hasil perhitungan otomatis yang maksimal, dibutuhkan citra foto udara, *software* serta hardware yang memadai guna mencegah perhitungan terjadinya *error system* dan keakuratan rendah untuk mendeteksi objek, sehingga hasil perhitungan otomatis dan pendeteksian objek akan semakin akurat dan memiliki persentase keakuratan perhitungan yang tinggi.

Daftar Pustaka

- Abikindo. (2010). Template Matching. Retrieved Oktober 3, 2018, from <https://abikindo.blogspot.co.id/2010/06/templa-te-matching>.
- Adi, A. P., Prasetyo, Y., Yuwono, B. D. 2017. Pengujian Akurasi dan Ketelitian Planimetrik pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Jurnal Geodesi Undip*, 6 (1): 208-217.
- Amin, Z., Meldi, D. 2018. Pengidentifikasian dan Pencarian Manusia Berbasis Citra Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, 2(2): 50-60.
- Arbain, A. N., Balakrishnan, B. Y. P. 2019. A Comparison of Data Mining Algorithms for Liver Disease Prediction on Imbalanced Data. *International Journal of Data Science and Advanced Analytics*, 1(1): 1-11.
- Armanto, D.Y., Hudjimartu, S.A., Hermawan, E. 2024. Identifikasi Perhitungan Pohon Kelapa Sawit Otomatis Dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika) Vol. 8 No. 3, hal: 2648-2654.
- Bakara, J. 2014. Sistem Majemen Data Citra Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi untuk Kebutuhan Nasional. *Paper presented at the Seminar Nasional Penginderaan Jauh*.
- Chong, K. L., Kanniah, K. D., Pohl, C., dan Tan, K. P. 2017. A Review of Remote Sensing Applications for Oil Palm Studies. *Geo-spatial Information Science*, 20(2), 184-200.
- Ernawa, Y. G. 2020. *Perhitungan Pohon Pada Perkebunan Kelapa Sawit Menggunakan Software Trimble eCognition Developer Dari Citra Foto Udara (Studi Kasus: Muara Bengkal, Kutai Timur, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur)*. Doctoral Dissertation Institut Teknologi Nasional Malang.
- Galih, Y. E., Tjahjadi, E.M., Yulianandha, M.A., Arafah, F. 2021. Analisis Kemampuan eCognition Dalam Deteksi Objek. *Prosiding Semsina 2020*. 29 - 32.
- Gunawan, R., Putra, E. K., Setiawan, M. A., Mustakim, H. U. 2020. Pengembangan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Melalui Pengaplikasian Jaringan 5G. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 1(1): 61-67.
- Irsanti, D., Sasmito, B., Bashit, N. 2019. Kajian Pengaruh Penajaman Citra Untuk Penghitungan Jumlah Pohon Kelapa Sawit Secara Otomatis Menggunakan Foto Udara (Studi Kasus : KHG Bentayan Sumatra Selatan) . *Jurnal Geodesi Undip* 9(2) hal:429-434.
- Kosasi, S. 2016. Pembuatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Untuk Persebaran Lokasi Apotek. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 8(2): 99-108
- Mabrur, A.Y dan F. Arafah., 2021. Analisa Perbandingan Object Counting Dengan eCognition dan Picterra. *Jurnal Geografi. Prodi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang*
- Mahalakshmi, T., Muthaiah, R., Swaminathan, P. 2012. Image Processing. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(24), 5469- 5473.
- Natan, O., Gunawan, A. I., Dewantara, B. S. B. 2019. Grid SVM: Aplikasi Machine Learning dalam Pengolahan Data Akuakultur. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 15(1).
- PTPN (PT Perkebunan Nusantara). 2021. *PT Perkebunan Nusantara I* [Online]. Langsa: PTPN I. [Accesed 12 Mei 2022].
- Reviyansyah, R., Wahyudiono, S., Yuniasih, B. 2018. Studi Analisis Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Berbasis Gis. *Jurnal Agromast* , Vol.3, No.1, hal: 1-17.
- Saputra, R. 2021. Sistem Informasi Geografis Perkebunan Kelapa Sawit Menggunakan NDVI Pada PTPN V Provinsi Riau. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Tjahjadi, M. E., dan Rifaan, M., 2019. Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Untuk Pemodelan 3D Jalan Raya. *Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional, Malang*.
- Utami, D., Fazlina, D.Y., Sugianto. 2022. Automatic Palm Counting Menggunakan Citra Resolusi Spasial Tinggi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 7(2): 621 – 626.