

Perbandingan Indeks NDVI Tanaman Mangrove di Muara Sungai Kalimireng, Gresik Menggunakan Kamera Multispektral dan Citra Sentinel-2

Miko Cahya Laksmiana, Husnul Hidayat, dan Putra Maulida
Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: hidayat@geodesy.its.ac.id

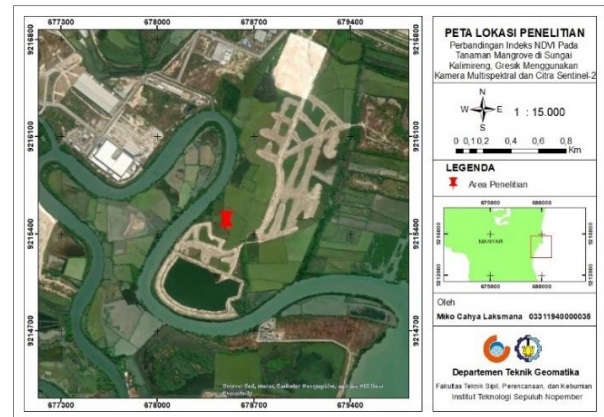
Abstrak—Hutan mangrove memiliki fungsi penting sebagai penyerap karbon cukup baik di bumi, peran ini memiliki dampak positif bagi ekosistem kehidupan. Informasi hutan mangrove dapat diperoleh melalui data penginderaan jauh. Teknologi penginderaan jauh memiliki efisiensi yang tinggi untuk keperluan monitoring hutan mangrove, akan tetapi resolusi spasial citra yang rendah kurang efektif untuk pemantauan wilayah kurang dari 100 hektar. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi kamera multispektral pada hutan mangrove wilayah perairan Kalimireng, Gresik sebagai monitoring hutan mangrove yang selanjutnya dibandingkan dengan citra satelit Sentinel-2A. Dengan teknologi penginderaan jauh ini, jenis dan kerapatan mangrove dapat diestimasi berdasarkan nilai NDVI. Berdasarkan hasil pengambilan foto udara menggunakan kamera MAPIR 3 Survey nilai indeks NDVI berkisar di antara $-0,140704$ – $0,985896$, sedangkan nilai NDVI pada Sentinel-2A berkisar di antara $-0,196931$ – $0,64069$. rentang tersebut diklasifikasikan menjadi 5 kelas untuk MAPIR dan 4 kelas untuk Sentinel-2A. Klasifikasi dibagi menjadi lahan tidak bervegetasi, kehijauan sangat rendah, kehijauan rendah, kehijauan sedang, kehijauan tinggi. Hasil akurasi dari kedua citra memiliki OA 75 % untuk kamera MAPIR sedangkan 73,33% untuk Sentinel-2. Hasil korelasi dengan 50 titik menunjukkan korelasi positif antara kamera multispektral dan citra satelit Sentinel-2A. Nilai uji akurasi menentukan bahwa luas mangrove didapatkan dari kelas kehijauan tinggi untuk MAPIR dan kelas kehijauan sedang untuk Sentinel-2A, masing-masing luas mangrove adalah 41.065 ha untuk kamera MAPIR dan 36.097 ha untuk Sentinel-2A.

Kata Kunci—Kamera Multispektral, Mangrove, NDVI, Penginderaan Jauh, Sentinel 2.

I. PENDAHULUAN

KAWASAN hutan mangrove secara umum terdapat pada pesisir di Indonesia serta hidup tumbuh pada lokasi-lokasi yang memiliki pengaruh pasang surut yang menggenangi aliran sungai [1]. Total luas mangrove di Indonesia dilaporkan seluas 3.735.250 ha dan merupakan negara dengan mangrove terluas di dunia [2]. Salah satu hutan mangrove di Indonesia berada pada wilayah muara Sungai Kalimireng, Gresik, Jawa Timur. Sebaran dan luasan mangrove pada daerah tersebut sangat bervariasi dan hanya terdistribusi sepanjang bantaran Sungai Kalimireng. Hutan mangrove memiliki peran penting dalam penyerapan zat karbon, akan tetapi di wilayah tersebut terdesak dengan keberadaan industri di sekitarnya sehingga mangrove yang terletak dekat dengan industri terkena dampak dari limbah polusi dan zat hara yang dihasilkan dari pabrik industri.

Pemetaan mangrove dilakukan untuk mengoptimalkan fungsi fisik hutan mangrove sebagai potensi penyerap karbon dan pengendali abrasi pantai [3]. Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu di daerah Kabupaten Gresik,



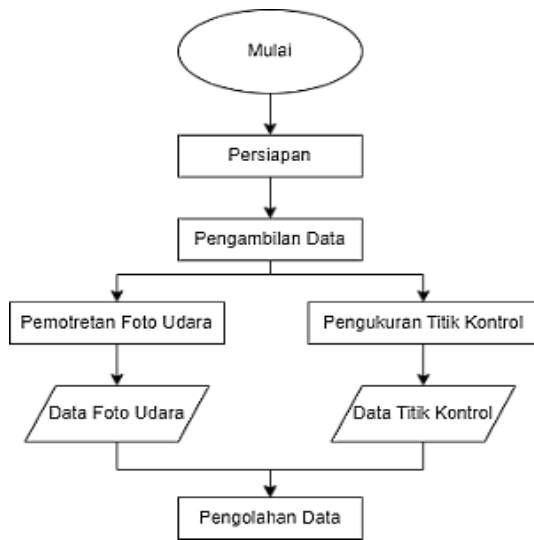
Gambar 1. Lokasi penelitian.

tepatnya di wilayah Sungai Kalimireng, Manyar, Gresik. Pemetaan mangrove di wilayah tersebut ditujukan untuk manajemen aset mangrove dan juga manajemen potensi seperti objek wisata ataupun penyerap karbon yang besar. Selain itu kondisi geografis mangrove memberikan keunikan tersendiri pada objek vegetasi yang tersebar pada bantaran sepanjang muara sungai yang dikelilingi oleh tambak.

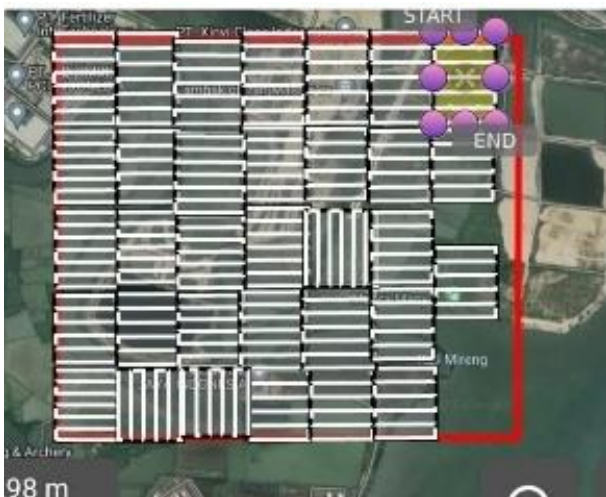
Wilayah pesisir yang terdapat hutan mangrove memiliki karakteristik yang bisa diidentifikasi menggunakan data penginderaan jauh. Dengan teknologi penginderaan jauh ini banyak ketersediaan dan aksesibilitas yang akurat mengenai tutupan hutan mangrove [4]. Pemanfaatan citra Sentinel 2 yang membawa spektral band bertujuan untuk mengidentifikasi indeks vegetasi dalam mendeteksi sebaran mangrove, yaitu menggunakan indeks *Normalized Differencial Vegetation Index* (NDVI). Citra Sentinel 2 memudahkan dalam membedakan antara kawasan mangrove dengan penutup lahan yang lain [5]. Akan tetapi, resolusi spasial citra Sentinel 2 masih tergolong rendah, yaitu 10 meter, mangrove dengan kerapatan kurang dari 10 meter akan sulit diidentifikasi oleh citra satelit Sentinel 2. Sehingga diperlukan metode lain untuk mendapatkan resolusi spasial lebih tinggi. Salah satu cara, yaitu pengambilan data menggunakan kamera sensor multispektral melalui jarak dekat menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV).

Penggunaan UAV untuk mengidentifikasi mangrove dengan resolusi tinggi cocok digunakan karena selain efisien dalam waktu dan biaya, ukuran UAV yang kecil untuk manuver membuat pemotretan lahan jadi lebih mudah dan cepat [6]. UAV dapat menjalankan misi secara otomatis dan bisa membawa berbagai macam sensor dan kamera, salah satunya MAPIR Survei 3 yang bisa diolah untuk mendapatkan indeks NDVI [7].

NDVI merupakan indeks untuk mendeteksi kerapatan suatu vegetasi yang bisa didapatkan dari hasil pengolahan



Gambar 2. Diagram pengambilan data.



Gambar 3. Flight plan.

citra digital melalui platform *cloud computing* [8]. Kerapatan mangrove dapat berpengaruh terhadap laju transportasi sedimen dan abrasi pantai yang terjadi di wilayah Kalimireng, maka dari itu, penelitian ini dilakukan perbandingan antara metode penginderaan jauh dengan resolusi tinggi menggunakan foto udara hasil dari kamera MAPIR Survey 3 dan resolusi citra satelit Sentinel 2. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran mangrove beserta kerapatannya pada Sungai Kalimireng berdasarkan indeks Sentinel 2 dan juga MAPIR Survei 3.

II. METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah hutan mangrove yang berada dalam kawasan Kalimireng. Kawasan ini secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ}5'6,93''-7^{\circ}6'23,39''$ LS dan $112^{\circ}36'28,39''-112^{\circ}37'30,05''$ BT. Serta secara administratif termasuk dalam Desa Manyarsidomukti, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. Luas area penelitian kurang lebih 300 ha sepanjang muara sungai dengan tutupan lahan yang bervariasi untuk kebutuhan penelitian. Wahana UAV mampu mengidentifikasi keragaman tutupan lahan dengan resolusi spasial tinggi. Area penelitian dengan seluas ini mampu dijangkau oleh wahana UAV dengan waktu 2 hari untuk mengakuisisi data foto udara seperti pada Gambar 1.

Tabel 1.
Spesifikasi Kamera MAPIR

Spesifikasi	
Resolusi Gambar	12 MP (4000 x 3000 px)
Format Gambar	RAW+JPG (RAW 12 bit, JPG 8 bit)
Lens Optik	47 mm
GNSS	Ublox UBX G7020-KT

B. Data dan peralatan

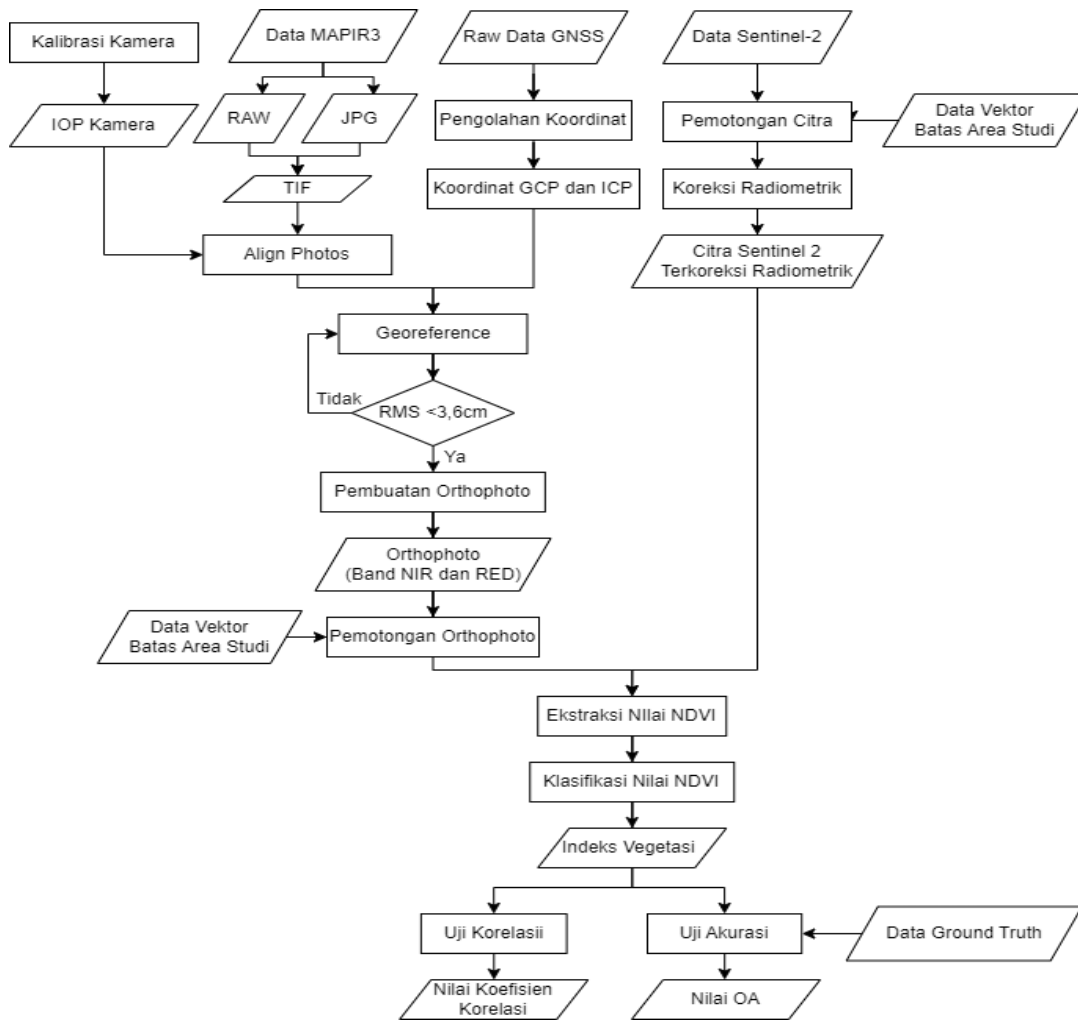
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Foto udara yang dipotret menggunakan kamera multispektral, yaitu MAPIR Survey3W RGN 87 derajat HFOV Camera mampu mendapatkan GSD 5.5 cm/pix dengan tinggi terbang 120 m yang dipasang pada wahana UAV DJI Phantom 4 Pro pada tanggal 15 & 16 Maret 2023. (2) Citra Satelit Sentinel-2A resolusi 10 m yang diperoleh dari platform *Google Earth Engine* (GEE), dengan waktu perekaman citra tanggal 8 April 2023. (3) *Ground Control Point* (GCP) sebanyak 12 titik yang tersebar rata di area penelitian serta menggunakan premark dengan ukuran 30*30 cm menyesuaikan rencana GSD dan *Independent Control Point* (ICP) pada wilayah penelitian terdapat 2 bm JIPE yang diperoleh menggunakan metode *Real Time Kinematic* (RTK).

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) *Agisoft Metashape*, untuk proses pengolahan foto udara menjadi orthophoto dengan indeks NDVI (2) *Google Earth Engine*, untuk mengolah nilai NDVI dari citra satelit Sentinel-2A. (3) *ArcGIS 10.8*, untuk layout, menghitung luasan serta pengklasifikasian nilai NDVI. (4) *Office 365*, untuk proses perhitungan korelasi dan penyusunan dokumen tugas akhir. (5) *Python*, bahasa pemrograman untuk *convert* RAW+JPG ke dalam format TIF. (6) *Pix4D dan Ctrl+DJI*, digunakan untuk membuat perencanaan terbang UAV.

Pengambilan data menggunakan alat sebagai berikut: (1) *Drone* DJI Phantom 4 Pro, wahana untuk kamera MAPIR. (2) MAPIR Survey 3W Camera, digunakan untuk pengambilan foto udara dengan band RGN Tabel 1 menunjukkan spesifikasi kamera MAPIR. (3) GNSS Sino T300, digunakan untuk mengukur titik kontrol.

C. Pengambilan data

Tahapan pengambilan data seperti Gambar 2 digambarkan dengan diagram berikut: (1) Pengukuran titik kontrol bertujuan untuk mengoreksi geometri dari hasil foto udara yang diukur menggunakan GNSS Sino T300 menggunakan metode RTK di mana titik Base dari *rover* pengukuran GCP dan ICP diukur menggunakan metode statik dengan interval 15 detik dan *mask angle* 15 derajat selama 2 jam. Proyeksi yang digunakan adalah datum WGS84 UTM Zona 49S. (2) Pemotretan foto udara menggunakan UAV yang dilengkapi dengan kamera multispektral. Untuk mendapatkan GSD yang baik dan mencakup daerah yang luas maka tinggi terbang diatur 120 meter, meskipun wilayah Gresik bukan termasuk *restricted area* akan tetapi area wilayah penelitian merupakan persiapan *landing* pesawat terbang komersial sehingga untuk menjaga keamanan penerbangan tinggi terbang diatur sedemikian rupa. diatur untuk memotret secara *overlap* 70% dan Sidelap 80%. Pemotretan menggunakan kamera multispektral diatur dengan interval 4 detik agar bertampalan cukup sesuai dengan jalur dan kecepatan terbang yang diatur 10 m per detik. Pengambilan foto dimulai dari *drone* lepas landas. Area terbang meliputi daerah sebagai pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram pengolahan data.

D. Pengolahan Data

1) Konversi RAW + JPG ke TIF

Hasil dari pengambilan data foto udara kamera multi-spektral berupa RAW + JPG selanjutnya dikonversi menjadi TIF melalui *script Python* sehingga gambar tersebut memiliki metadata berupa kanal *Red*, *Green* dan *NIR* untuk mendapatkan indeks NDVI seperti Gambar 4.

2) Pengolahan Data GCP dan ICP

Data RINEX dari titik Base diikatkan ke CORS melalui situs web <https://nrtk.big.go.id/sbc/>. Titik *base* yang sudah diolah menjadi *base* dari *rover* pengukuran titik kontrol GCP dan ICP dan datanya berupa *.txt* hasil *export* dari *controller Rover* yang digunakan.

3) Perhitungan NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman termasuk mangrove. Indeks ini merupakan gabungan dari band *Red* dan *NIR*, untuk *Red* memiliki gelombang 660 nm sedangkan *NIR* 850 nm.

Prinsip analisis NDVI untuk mengukur tingkat kehijauan vegetasi pada citra. Hal ini berhubungan dengan kanopi tanaman yang semakin rapat maka penampaknya semakin hijau pada citra.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \tag{1}$$

Nilai dari NDVI di antara -1 sampai +1 di mana nilai negatif menunjukkan obyek non vegetasi sedangkan semakin menuju +1 menunjukkan vegetasi yang memiliki kerapatan kanopi tinggi.

4) Pembuatan Orthophoto

Pengolahan *orthophoto* pada penelitian ini menggunakan Agisoft Metashape. Tahapan pengolahan pada perangkat ini adalah sebagai berikut: *structure from Motion*, Rektifikasi, Optimasi Kamera, Pembentukan *point cloud* melalui *dense cloud*, Pembentukan *mesh*, Pembentukan tekstur, Pembentukan DEM, dan *Export* ke *orthophoto*.

Pada tahap setelah menjadi *orthophoto*, data tersebut memiliki 3 band dari kamera multispektral, yaitu *Red*, *Green*, dan *NIR*. Untuk mendapatkan nilai NDVI dilakukan proses selanjutnya, yaitu “*Set Raster Transform*” hingga memunculkan nilai NDVI pada citra foto yang sudah dibuat sebelumnya.

5) Pengolahan Citra Sentinel-2A

Data citra satelit Sentinel-2A didapatkan melalui platform GEE dengan *script* yang bertujuan untuk memanggil *data-base* citra Sentinel-2A di semua kanal yang dimiliki. Berikut merupakan kanal yang dimiliki oleh satelit Sentinel-2A.

Tahap pengolahan citra menggunakan bahasa pemrograman *javascript*. Tahap pengolahan dimulai dengan memasukkan data citra satelit Sentinel-2 dan memasukkan batas wilayah AOI ke dalam GEE. Selanjutnya dilakukan filter *cloud masking* untuk menghilangkan awan pada wilayah

Tabel 2.
Klasifikasi Nilai NDVI

Kelas	Tingkat Kerapatan	Nilai NDVI
1	Lahan Tidak Bervegetasi	-1 – 0,12
2	Kehijauan Sangat Rendah	0,12 – 0,22
3	Kehijauan Rendah	0,22 – 0,42
4	Kehijauan Sedang	0,42 – 0,72
5	Kehijauan Tinggi	0,72 – 1

Tabel 3.
Penggunaan Lahan Berdasarkan Nilai NDVI

Kelas	NDVI	Tutupan Lahan
Lahan Tidak Bervegetasi	-1-0,22	Air, lahan kosong
Vegetasi Kehijauan Sedang	0,22-0,42	Pohon, semak
Vegetasi Kehijauan Tinggi	0,42-1	Mangrove

Tabel 4.
Tingkat Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Koefisien
0,00-0,19	Tidak ada korelasi atau korelasi lemah
0,20-0,39	Korelasi rendah
0,40-0,59	Korelasi sedang
0,60-0,79	Korelasi kuat
0,80-1,00	Korelasi sangat kuat atau sempurna

Tabel 5.
Koordinat GCP dan ICP

Titik	Y	X	Z
Base	9214867.351	678129.01	34.523
p5	9214826.419	678237.53	34.506
p3	9215053.623	678004.9	34.602
p11	9215319.477	678611.05	31.834
p15	9215148.253	678396.64	33.253
p17	9215480.013	678385.31	31.855
p20	9214752.008	678005.51	32.295
p22	9215487.92	6786524.3	31.528
p26	9215601.971	678484.86	31.335
p33	9215489.948	679269.06	32.804
p35	9215428.369	679054.91	31.351
p41	9216055.978	678893.8	32.273
Titik	Y	X	Z
p8	9214923.649	678522.96	33.293
p28	9215754.443	678605.7	31.758
p38	9215448.71	678840.89	32.811
p44	9215236.459	678737.55	31.272
bma2	9215094.888	678516.91	33.031
bmb2	9215056.158	678612.78	33.27

penelitian. Data yang diambil dari platform GEE sudah terkoreksi geometrik dan radiometrik reflektan sehingga dalam penelitian ini tidak diperlukan koreksi kembali. Pada citra Sentinel-2, kanal yang digunakan adalah kanal 8 (NIR) dan kanal 4 (Merah) yang memiliki resolusi 10 m.

6) Interpretasi Citra

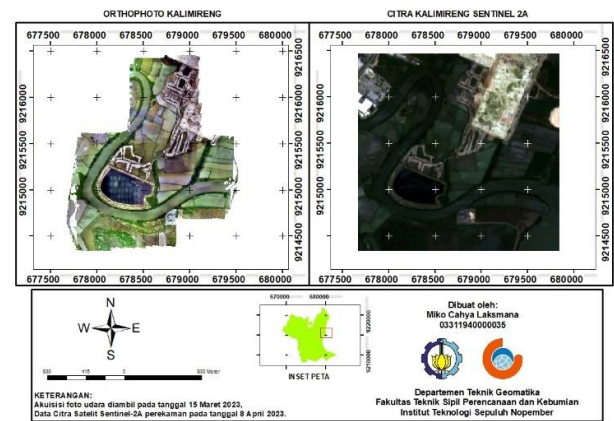
Penentuan sampel tutupan lahan didapatkan dari hasil pengolahan foto udara *true colour* dengan resolusi yang dihasilkan kurang dari 10 cm sampel tutupan lahan berupa Air, Lahan Kosong, Pohon, Semak, dan Mangrove.

7) Klasifikasi NDVI

Pengklasifikasian NDVI dilakukan menggunakan ArcMAP 10.8 dari kedua citra dengan melakukan *reclassify* sesuai dengan rentang NDVI sebagai pada Tabel 2 [9].

8) Uji Akurasi

Tingkat akurasi hasil klasifikasi menggunakan matriks konfusi. Metode ini adalah suatu matriks yang mengindikasikan tingkat kesalahan citra terklasifikasi yang telah dihasilkan dengan membandingkan data sampel [10]. Data sampel pada penelitian ini berasal dari citra *true colour* dari kamera *drone* yang diakuisisi pada waktu yang sama dengan



Gambar 5. Hasil pengolahan *orthophoto* dan *sentinel-2*.

pengambilan data kamera multispektral memiliki GSD 3.27 cm/pix seperti pada Tabel 3.

9) Uji Korelasi Nilai NDVI Kamera MAPIR dan Citra Sentinel-2A

Uji korelasi merupakan tata cara statistika buat memastikan besarnya ikatan linear antara 2 variabel ataupun lebih hal ini merupakan gambaran kedua hubungan variabel menjadi nyata dan membentuk linear. Korelasi dilambangkan dengan (r) dengan syarat nilai dari r tidak lebih dari 1 serta tidak kurang dari -1.

Korelasi *product moment* dipopulerkan oleh Karl Pearson sehingga koefisien yang diperoleh diucap dengan korelasi Pearson. Sebutan *product moment* digunakan sebab teknis tersebut didasarkan kepada *cross product x* serta *y* selaku skor simpangan dari momen awal (rata-rata) tiap-tiap peubah. Persamaan korelasi Pearson dinyatakan dalam rumus:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}} \quad (2)$$

dengan *n* adalah total banyaknya pasangan data X dan Y, $\sum X$ adalah total jumlah dari variabel X, $\sum Y$ adalah total jumlah dari variabel Y, $\sum X^2$ adalah total dari jumlah kuadrat variabel X, $\sum Y^2$ adalah total dari jumlah kuadrat variabel Y, dan $\sum XY$ adalah hasil perkalian dari total jumlah variabel X dan variabel Y.

Analisis korelasi tersebut dibuat mengenali keeratan ikatan antara 2 variabel saja. Untuk mengenali tingkatan ikatan koefisien korelasi digunakan pedoman interpretasi korelasi pada Tabel 4.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

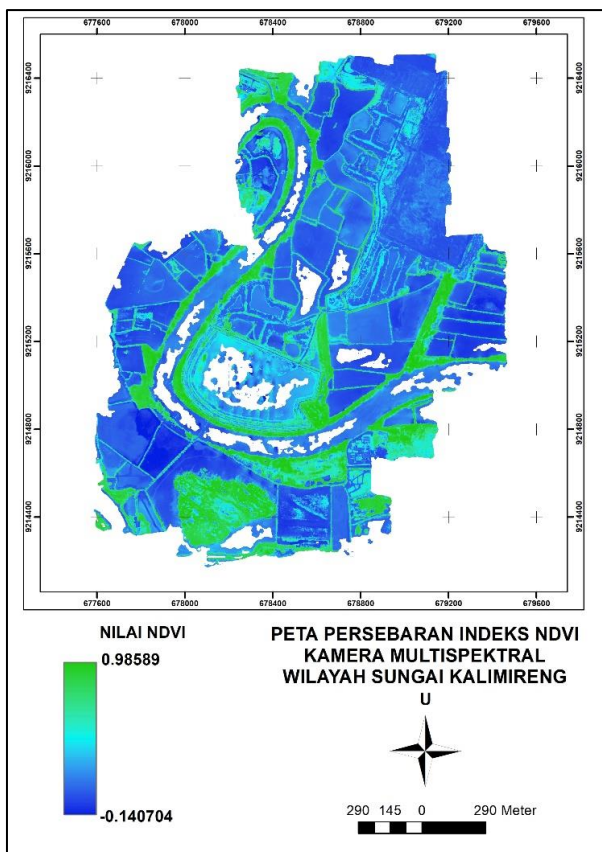
A. Hasil Pengolahan GCP dan ICP

Base yang diikatkan ke CORS (cmjt) menghasilkan koordinat untuk diikatkan ke GCP dan ICP yang dilakukan pengukuran. Hasil dari pengukuran GCP dan ICP merupakan koordinat Easting (X), Northing(Y), dan Elevation (Z). Koordinat GCP dan ICP yang diperoleh disajikan pada Tabel 5.

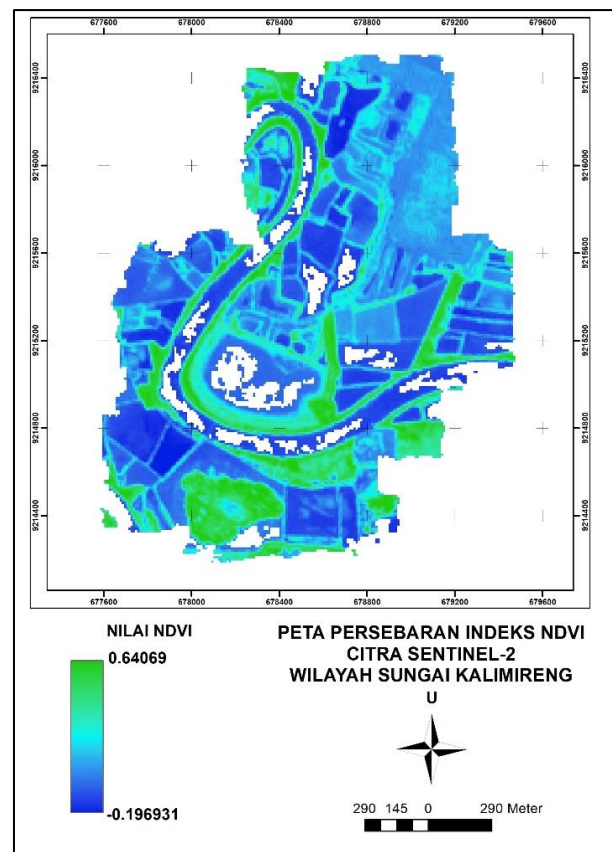
B. Hasil Pengolahan Orthophoto dan Citra Satelit Sentinel-2A

Hasil pemrosesan dari aplikasi *Agisoft Metashape* pada kamera *Drone* dan pemrosesan GEE dengan citra Satelit Sentinel-2 ditunjukkan pada Gambar 5.

Pengolahan data foto udara menggunakan *Agisoft Metashape* menggunakan 12 titik GCP dan 6 titik ICP yang



Gambar 6. NDVI MAPIR 3 survey camera.



Gambar 7. NDVI dari sentinel-2.

menghasilkan RMSE total 0,013 m. Citra Sentinel-2A menggunakan data level 2 yang sudah terkoreksi geometrik dan radiometrik. Hasil pengolahan foto udara menunjukkan terlihatnya persebaran mangrove pada area penelitian serta tutupan lahan yang lain sehingga dapat dilakukan interpretasi melalui *orthophoto* dengan resolusi 3,3 cm.

C. Perhitungan NDVI

Hasil nilai NDVI dari kamera MAPIR ditunjukkan pada Gambar 6 sedangkan nilai NDVI dari Sentinel-2A ditunjukkan pada Gambar 7. Transformasi NDVI pada kamera multispektral menghasilkan rentang antara -0,140704–0,985896, pada citra Sentinel-2A memiliki rentang NDVI -0,196931–0,64069, terlihat bahwa pada kamera multispektral yang memiliki resolusi < 10 cm memiliki sebaran nilai NDVI yang variatif dibandingkan dengan citra Sentinel-2A dengan resolusi spasial 10 m yang cenderung homogen dan tidak mengidentifikasi sekat antar tambak yang teridentifikasi oleh kamera multispektral. Terbukti bahwa resolusi spasial memengaruhi nilai NDVI pada suatu citra di mana memiliki pengaruh terhadap identifikasi objek dengan ukuran yang menyesuaikan resolusi spasial masing-masing citra.

D. Hasil Klasifikasi NDVI

Pada proses transformasi NDVI, penulis mengklasifikasikan daerah penelitian menjadi 5 kelas yaitu: kehijauan tinggi, kehijauan sedang, kehijauan rendah, kehijauan sangat rendah, dan lahan tidak bervegetasi.

Hasil luasan pada wilayah penelitian disajikan dalam gambar memiliki satuan hektare. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kamera multispektral pengklasifikasian terbagi menjadi 5 klasifikasi tingkat kehijauan karena rentang NDVI dari kamera multispektral memiliki nilai dari -0,140704

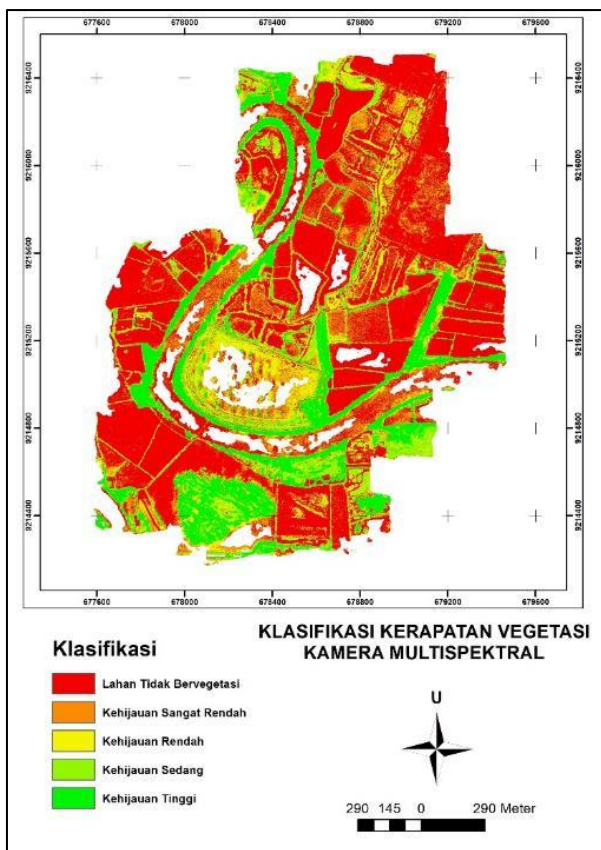
sampai 0,985896 seperti disajikan pada Gambar 8. Sedangkan hasil luasan yang diperoleh dari Sentinel-2A terbagi menjadi 4 klasifikasi karena rentang nilai NDVI dari -0,196931–0,64069 seperti pada Gambar 9.

Setelah didapatkan nilai rentang NDVI. Dilakukan perhitungan luas dari masing-masing kelas. Secara berturut turut hasil kamera multispektral dan Sentinel-2A kelas lahan tidak bervegetasi dengan rentang nilai -1–0,12 memiliki luas 133.736 ha atau 51,25% dari luas total area penelitian dan 160.517 ha atau 58,72% dari luas total area penelitian. Kelas lahan ini didominasi pada wilayah perairan dalam studi kasus ini tambak dan sungai.

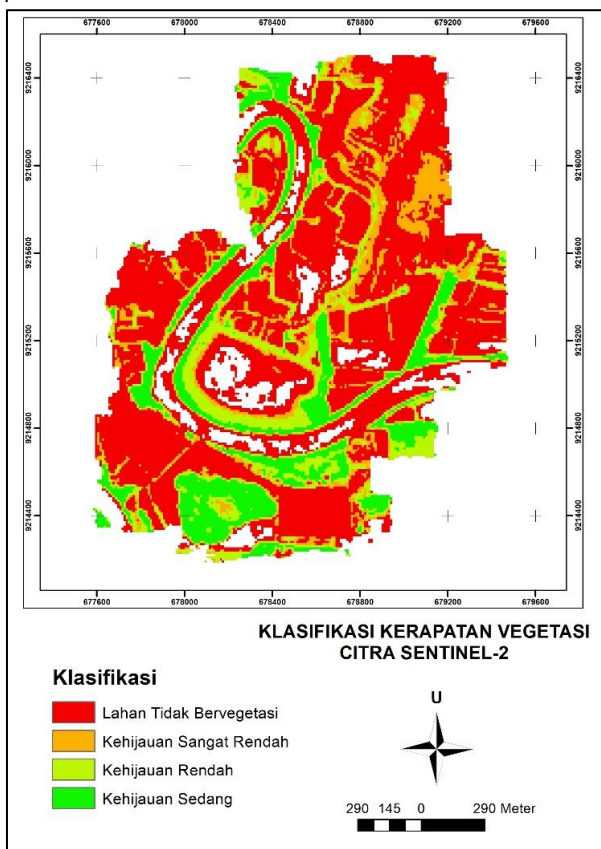
Kelas kehijauan sangat rendah dengan rentang nilai NDVI 0,12–0,22 memiliki luas 40.243 ha atau 15,42% dan 36.907 ha atau 13,50% dari luas total wilayah penelitian. Persebaran pada kamera multispektral untuk kelas ini tersebar di wilayah perairan sedangkan persebaran dengan Sentinel-2A pada kelas ini terletak di daerah dataran lahan kosong.

Kelas kehijauan rendah dengan rentang nilai NDVI 0,22–0,42 memiliki luas 28.089 ha atau 10,76% dan 39.419 ha atau 14,42% dari luas total wilayah penelitian. Pada kamera multispektral untuk kelas ini menunjukkan wilayah dataran, vegetasi sekat di antara tambak pada wilayah penelitian sedangkan pada hasil Sentinel-2A kelas ini tersebar di wilayah dataran yang bercampur vegetasi.

Kelas kehijauan sedang dengan rentang nilai NDVI 0,42–0,72 memiliki luas 26.831 ha atau 10,28% dan 36,5 ha atau 13,35% dari luas total wilayah penelitian. Pada kamera multispektral kelas ini tersebar pada vegetasi yang pada interpretasi dengan citra *true colour orthophoto* persebaran kelas ini menunjukkan vegetasi mangrove. Begitu juga pada sentinel-2A kelas ini tersebar di wilayah yang hampir sama dengan kelas yang diidentifikasi oleh kamera multispektral.

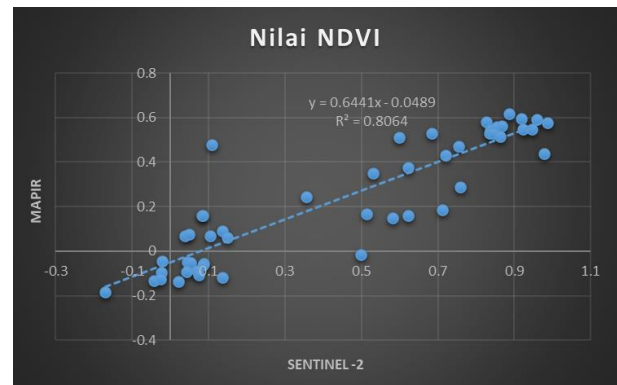


Gambar 8. Klasifikasi NDVI dari kamera multispektral.

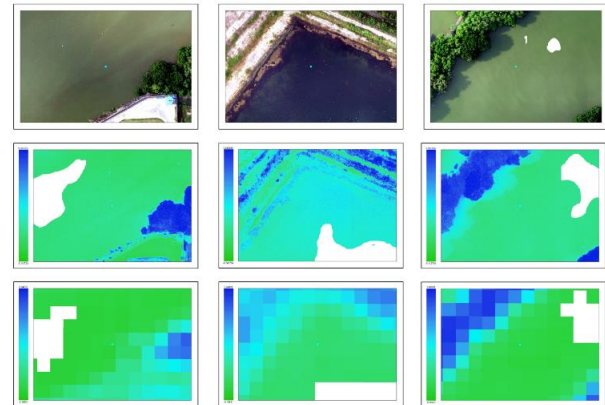


Gambar 9. Klasifikasi NDVI dari sentinel-2.

Kelas kehijauan Tinggi dengan rentang nilai NDVI 0,72–1 teridentifikasi oleh kamera multispektral dengan luas 41.065 ha atau 15,74% dari total luas wilayah penelitian. Pada kelas ini tersebar di wilayah vegetasi yang cukup rapat, dari



Gambar 101. Korelasi NDVI MAPIR 3 dengan sentinel-2.



Gambar 11. Sampel tutupan lahan untuk uji akurasi.

interpretasi melalui citra *true colour* yang dihasilkan wilayah kelas ini banyak terdapat tanaman mangrove.

E. Korelasi

Hasil uji korelasi pada kamera multispektral dengan citra satelit Sentinel-2A menggunakan jumlah sampel 50 titik tersebar merata dari hasil ekstraksi nilai NDVI citra kamera multispektral dan citra Sentinel-2A.

Dari grafik pada Gambar 10, koefisien bernilai positif artinya terjadi hubungan positif antara nilai NDVI dari kamera multispektral dan citra Sentinel-2A. Nilai korelasi (r) bernilai positif senilai 0,89 di mana hasil tersebut menunjukkan korelasi sangat kuat antara nilai NDVI dari hasil citra kamera multispektral dan citra Sentinel-2A.

F. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan pada hasil klasifikasi nilai NDVI dengan penggunaan lahan di lapangan dengan tujuan mengukur tingkat akurasi klasifikasi yang telah dilakukan baik berdasarkan data kamera multispektral maupun data Sentinel-2. Data validasi didapatkan dari hasil interpretasi citra *orthophoto* dengan total 60 sampel melalui interpretasi citra *orthophoto* yang dicontohkan pada Gambar 11. Objek yang diidentifikasi merupakan tutupan lahan dengan kelas yang berbeda sebanyak 15 sampel. Data validasi ini ditentukan secara acak dalam wilayah penelitian.

Dari 60 sampel dilakukan perhitungan matriks konfusi seperti pada Tabel 6 dan Tabel 7, didapatkan nilai *overall accuracy* (OA) sebesar 75% untuk klasifikasi berdasarkan data kamera multispektral (Gambar 8), sedangkan OA 73,33% diperoleh pada hasil klasifikasi berdasarkan Sentinel-2 (Gambar 9). Hal ini berarti bahwa hasil klasifikasi NDVI dengan menggunakan data kamera multispektral lebih baik dibandingkan dengan klasifikasi NDVI menggunakan data

Tabel 6.
Matriks Konfusi Tutupan Lahan berdasarkan MAPIR

Kelas	Air, Lahan Kosong	Pohon, Semak	Mangrove
Air, Lahan Kosong	27	1	0
Pohon, Semak	3	3	0
Mangrove	0	11	15

Tabel 7.
Matriks Konfusi Tutupan Lahan Berdasarkan Sentinel-2

Kelas	Air, Lahan Kosong	Pohon, Semak	Mangrove
Air, Lahan Kosong	25	8	1
Pohon, Semak	5	5	0
Mangrove	0	2	14

Sentinel-2. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan resolusi spasial yang dihasilkan, resolusi spasial data kamera multispektral lebih tinggi dibandingkan Sentinel-2, dibuktikan pada Gambar 11 yang terlihat bahwa ukuran piksel kamera multispektral lebih kecil dibandingkan piksel Sentinel-2. Hal ini juga mempengaruhi pada kemampuan dalam mengenali objek, kamera multispektral mampu mengenali objek yang lebih variatif dibandingkan dengan Sentinel-2. Data dari kamera multispektral lebih sensitif untuk mengidentifikasi wilayah non vegetasi dan vegetasi tinggi karena memiliki resolusi yang tinggi sehingga sensor mengidentifikasi sesuai resolusi spasial citra, begitu juga dengan pengaruh resolusi spasial pada satelit Sentinel 2, yaitu 10 m mengidentifikasi citra NDVI kelas kehijauan sedang sebagai mangrove untuk kelas kehijauan tinggi pada kamera multispektral.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil dari nilai NDVI antara kamera MAPIR dan citra Sentinel-2A yang telah diolah menggunakan *software Agisoft Metashape* dan *Google Earth Engine (GEE)* memiliki nilai akurasi tutupan lahan sebesar 75% untuk kamera MAPIR dan 73.33% untuk citra Sentinel-2A sehingga kelas luasan mangrove untuk kamera MAPIR, yaitu pada kelas kehijauan tinggi dengan citra beresolusi 5,7 cm mengidentifikasi area mangrove sebesar 41.065 ha atau 15,74% dari area penelitian sedangkan untuk citra Sentinel-2A pada kelas kehijauan sedang dengan citra beresolusi 10 m

mengidentifikasi area mangrove sebesar 36,5 ha atau 13,5% dari area penelitian. (2) Hasil korelasi nilai NDVI antara kamera MAPIR dan Citra Sentinel-2A setelah dilakukan persebaran uji titik yang selanjutnya di ekstraksi dari masing-masing citra, menghasilkan korelasi sangat kuat dengan nilai r sebesar 89%.

Dari kesimpulan tersebut maka untuk penelitian serupa selanjutnya diberikan saran untuk melakukan pengukuran kerapatan kanopi, dengan transek sesuai resolusi spasial yang paling rendah. Hal tersebut berguna untuk menghindari kesalahan persepsi mengenai pemrosesan data maupun sistem kerja dari metode yang penulis lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. P. Tarigan, F. Purwanti, dan B. Hendrarto, "Kelayakan wisata alam di maroon mangrove edu park Semarang," *Manag. Aquat. Resour. J.*, vol. 6, no. 3, hal. 274–282, 2018, doi: 10.14710/marj.v6i3.20586.
- [2] Onrizal, "Perubahan tutupan hutan mangrove di pantai timur Sumatera utara periode 1977-2006," *J. Biol. Indones.*, vol. 6, no. 2, hal. 163–172, 2010.
- [3] J. Petra, S. Sukaya, dan R. Indah, "Pengaruh kerapatan mangrove terhadap laju sedimen transpor di pantai," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 66, no. 3, hal. 37–39, 2012.
- [4] C. Giri, "Recent advancement in mangrove forests mapping and monitoring of the world using earth observation satellite data," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 4, hal. 563, 2021, doi: 10.3390/rs13040563.
- [5] F. D. Fahreza, A. Aulia, F. S. Fauzan, L. Somantri, dan R. Ridwana, "Pemanfaatan Citra sentinel-2 dengan metode ndvi untuk perubahan kerapatan vegetasi mangrove di kabupaten Indramayu," *J. Pendidik. Geogr. Undiksha*, vol. 10, no. 2, hal. 155–165, 2022.
- [6] F. Afdhalia, S. Supriatna, I. P. A. Shidiq, M. D. M. Manessa, dan Y. Ristya, "Detection of Rice Varieties Based on Spectral Value Data Using UAV-Based Images," in *Proc. SPIE 11372*, 2019. doi: 10.1117/12.2541473.
- [7] M. Marwan, F. S. Wirandha, M. Husna, C. O. Saria, N. Nizzamuddin, dan M. Yanis, "Analisis normalized difference vegetation index pada unmanned aerial vehicle untuk identifikasi pertumbuhan tanaman padi di kabupaten Aceh besar provinsi Aceh," *Positron*, vol. 11, no. 2, hal. 121, 2021, doi: 10.26418/positron.v11i2.48102.
- [8] M. Nursaputra *et al.*, "Pemanfaatan penginderaan jauh dalam penilaian keberhasilan reklamasi di lahan pasca tambang pt. vale Indonesia," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung. (Journal Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 11, no. 1, hal. 39–48, 2021, doi: 10.29244/jpsl.11.1.39-48.
- [9] R. Awaliyan dan Y. B. Sulistyoadi, "Klasifikasi penutupan lahan pada citra satelit sentinel-2a dengan metode tree algorithm," *ULIN J. Hutan Trop.*, vol. 2, no. 2, hal. 98–104, 2018, doi: 10.32522/ujht.v2i2.1363.
- [10] V. E. Tablaseray, M. A. Pairin, N. Fakhawer, dan B. Hamuna, "Pemetaan sebaran dan kerapatan mangrove di pesisir Timur Pulau Biak, Papua menggunakan citra satelit Landsat 8," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 8, no. 1, hal. 81–89, 2018.