

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
INTISARI.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Pertanyaan Penelitian	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Batasan Operasional.....	10
2 TELAAH PUSTAKA.....	11
2.1 Tinjauan Pustaka	11
2.1.1 Rumput laut.....	11
2.1.2 Penginderaan Jauh.....	14
2.1.3 Citra PlanetScope.....	17
2.1.4 <i>Artificial Intelligence</i> (AI)	19
2.1.4.1 <i>Machine Learning</i>	20
2.1.4.2 <i>Deep learning</i>	21
2.1.4.3 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	23
2.1.4.4 U-Net	23
2.1.4.5 <i>Spectral-Spatial</i> U-Net	25

2.2	Penelitian sebelumnya.....	26
2.3	Kerangka Penelitian	34
3	METODE PENELITIAN	37
3.1	Deskripsi wilayah penelitian	37
3.2	Bahan dan alat	39
3.3	Tahap penelitian	40
3.3.1	Tahapan persiapan	40
3.3.2	Tahapan pengumpulan data.....	40
3.3.2.1	Citra PlanetScope	40
3.3.2.2	Data Sekunder	42
3.3.2.3	Data survei lapangan	42
3.3.3	Tahapan pengolahan data	43
3.3.3.1	<i>Preprocessing</i> citra	43
a)	Koreksi <i>sunglint</i>	43
b)	Koreksi kolom air	44
3.3.3.2	Anotasi citra	45
3.3.3.3	Augmentasi data	47
3.3.3.4	Pemisahan <i>dataset</i>	48
3.3.3.5	Arsitektur model.....	48
a)	<i>Spectral attention module</i> (SpeAM).....	48
b)	<i>Spatial attention module</i> (SpaAM).....	50
c)	<i>Spectral-Spatial Attention module</i> (SSAM)	51
d)	U-Net	52
e)	<i>Spectral-Spatial attention U-Net</i> (SSUNet)	53
3.3.3.6	Tahapan pelatihan, uji akurasi, dan analisis prediksi model	53
a)	Pelatihan model	53

b)	Evaluasi performa model.....	54
c)	Uji akurasi lapangan	56
d)	Analisis temporal area budidaya rumput laut.....	57
3.4	Bagan alir penelitian	59
4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
4.1	Kajian pengaruh koreksi dalam pemetaan budidaya rumput laut	60
4.1.1	Pembuatan data <i>training</i>	60
4.1.1.1	Koreksi kolom air	60
4.1.1.2	Anotasi citra	62
4.1.1.3	Augmentasi data	65
4.1.2	<i>Training</i> model untuk data terkoreksi	67
4.1.3	Evaluasi performa model untuk data terkoreksi	67
4.2	Performa arsitektur SSUNet dalam pemetaan budidaya rumput laut ...	69
4.2.1	<i>Training</i> model untuk data tidak terkoreksi	69
4.2.2	Evaluasi performa model untuk data tidak terkoreksi	70
4.2.3	Penentuan model terbaik	72
4.2.4	Uji akurasi lapangan.....	76
4.3	Penerapan model U-Net berbasis spektral dan spasial secara <i>multitemporal</i> untuk monitoring budidaya rumput laut	81
4.4	Diskusi.....	93
4.4.1	Efektivitas model segmentasi budidaya rumput laut	93
4.4.2	Perbandingan dengan <i>state-of-the-art</i>	98
4.4.3	<i>Future research</i>	100
5	KESIMPULAN	102
	DAFTAR PUSTAKA	104
	LAMPIRAN.....	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Rumput laut jenis <i>Kappaphycus alvarezii</i> berwarna hijau (A) dan coklat (B).....	13
Gambar 2. 2. Spektrum elektromagnetik dan transmisi atmosfer bumi.....	16
Gambar 2. 3. Sistem kerja penginderaan jauh.....	16
Gambar 2. 4. Perbedaan <i>Machine Learning</i> (a) dan <i>Deep learning</i> (b).....	22
Gambar 2. 5. Arsitektur U-Net.....	24
Gambar 2. 6. Kerangka penelitian.....	36
Gambar 3. 1. Peta lokasi penelitian Kecamatan Ma'rang, Pangkep	38
Gambar 3. 2 Peta lokasi penelitian Desa Laikang, Takalar.....	38
Gambar 3. 3. <i>Spectral attention module</i>	49
Gambar 3. 4. <i>Spatial attention module</i>	50
Gambar 3. 5. <i>Spectral-spatial attention module</i>	51
Gambar 3. 6. Struktur arsitektur <i>Spectral-spatial attention</i> U-Net (SSUNet).....	53
Gambar 3. 7. Diagram alir penelitian.....	59
Gambar 4. 1. Kenampakan rumput laut secara visual pada citra komposit warna asli (a) dan terkoreksi kolom air (komposit B/G.I, B/R, G.I/R) (b)	61
Gambar 4. 2. Perbandingan secara visual tampilan citra a) sebelum dan b) sesudah dilakukan <i>image enhancement</i>	63
Gambar 4. 3. Hasil dari SAM.....	64
Gambar 4. 4. Konversi (a) hasil SAM menjadi (b) data label.....	65
Gambar 4. 5. Augmentasi data yang diterapkan pada citra (baris atas) dan label (baris bawah).....	66
Gambar 4. 6. Perbandingan nilai metrik evaluasi <i>accuracy</i> (a), <i>loss</i> (b), <i>precision</i> (c), <i>recall</i> (d), dan IoU (e) pada data training dan validasi untuk data citra DII... 68	
Gambar 4. 7. Perbandingan nilai metrik evaluasi <i>accuracy</i> (a), <i>loss</i> (b), <i>precision</i> (c), <i>recall</i> (d), dan IoU (e) pada data training dan validasi untuk data citra original PlanetScope.....	71
Gambar 4. 8. Perbandingan antara hasil prediksi dari (a) model 1 dan (b) model 2 pada data validasi	75

Gambar 4. 9. Peta titik sampling survey lapangan di Desa Pitusunggu, Kecamatan Ma'rang (Lokasi 1)	76
Gambar 4. 10. Peta titik sampling survey lapangan di Desa Laikang, Kecamatan Laikang (Lokasi 2)	77
Gambar 4. 11. Kenampakan objek non-rumput laut: (a) lamun dan (b) makroalga (Sargassum sp.)	79
Gambar 4. 12. Keberadaan budidaya rumput laut.....	79
Gambar 4. 13. Kondisi perairan di lokasi 1	80
Gambar 4. 14. Kondisi perairan di lokasi 2	81
Gambar 4. 15. Prediksi area budidaya rumput laut secara <i>multitemporal</i> di lokasi 1	83
Gambar 4. 16. Luas area budidaya rumput laut secara <i>multitemporal</i> di lokasi 1	84
Gambar 4. 17. Jenis rumput laut yang dibudidayakan (a) <i>Kappaphycus alvarezii</i> dan (b) <i>Kappaphycus striatum</i>	85
Gambar 4. 18. Grafik salinitas dan suhu permukaan laut (SPL) di lokasi 1	86
Gambar 4. 19. Grafik intensitas curah hujan di lokasi 1	87
Gambar 4. 20. Perbedaan lokasi budidaya rumput laut pada periode musim peralihan dan kemarau (lingkaran merah).....	89
Gambar 4. 21. Prediksi area budidaya rumput laut secara <i>multitemporal</i> di lokasi 2	90
Gambar 4. 22. Luas area budidaya rumput laut secara <i>multitemporal</i> di lokasi 2	91
Gambar 4. 23. Grafik salinitas dan suhu permukaan laut (SPL) di lokasi 2	91
Gambar 4. 24. Grafik intensitas curah hujan di lokasi 2	92
Gambar 4. 25. Kesalahan prediksi model akibat fenomena <i>algae bloom</i> (kotak merah)	94
Gambar 4. 26. Kesalahan segmentasi akibat fenomena pergerakan air (kotak merah)	95
Gambar 4. 27. Kesalahan segmentasi pada padang lamun atau terumbu karang (kotak merah)	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi citra PlanetScope	18
Tabel 2. 2. Penelitian sebelumnya.....	30
Tabel 3. 1. Bahan dan alat yang digunakan.....	39
Tabel 3. 2. Scene citra PlanetScope yang digunakan.....	41
Tabel 4. 1. Pasangan band DII	61
Tabel 4. 2. Metrik evaluasi model.....	72
Tabel 4. 3. Hasil perhitungan confusion matrix untuk lokasi 1	78
Tabel 4. 4. Hasil perhitungan confusion matrix untuk lokasi 2	78