

SEGMENTASI PERTUMBUHAN PADI BERBASIS *AERIAL IMAGE* MENGUNAKAN FITUR WARNA DAN TEKSTUR UNTUK ESTIMASI PRODUKSI HASIL PANEN

M. Jainal Arifin^{*1}, Achmad Basuki², Bima Sena Bayu Dewantara³

^{1,2,3}Pasca Sarjana Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Email: ¹mjainalarifin@pasca.student.pens.ac.id, ²kisuki@pens.ac.id, ³bima@pens.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 08 April 2020, diterima untuk diterbitkan: 02 Februari 2021)

Abstrak

Pertumbuhan padi di daerah yang luas seringkali tidak ideal. Ini dapat disebabkan oleh faktor alam, jenis varietas padi, dan model perawatan yang digunakan. Ini juga akan mempengaruhi hasil panen. Luasnya lahan membuat petani sulit untuk memantau bagian yang tidak terjangkau. Seringkali pemantauan perkembangan padi dilakukan di tepi sawah tetapi tidak mencapai area tengah. Studi ini mengusulkan sistem pemantauan untuk pengembangan padi yang dapat menjangkau secara lebih luas dan memperkirakan hasil padi di setiap area lahan pertanian. Sistem ini menggunakan gambar udara untuk menjangkau area yang lebih luas dan kemudian memperkirakan produksi pertanian. Estimasi produksi dilakukan dengan mengelompokkan gambar kawasan pertanian menggunakan metode K-Means. Pengelompokan ini menggunakan parameter warna HSV dan tekstur Gabor sebagai fitur dari setiap bagian gambar. Hasilnya adalah segmen area padi berdasarkan pertumbuhannya. Jumlah segmen yang sesuai dengan usia Padi nyata akan menentukan nilai estimasi hasil. Penelitian menunjukkan bahwa tiga segmen pengembangan padi, dan memperkirakan produksi adalah 1.787 ton dengan perkiraan panen maksimum 1.924 ton dari data nyata 1,80 ton. Dan dengan skala kesalahan persentase rata-rata absolut 0,72% dan perbedaan 0,013 ton.

Kata kunci: *Estimasi Produksi Pertanian, Pertanian Cerdas, Data Klusterisasi, Gambar Aerial*

SEGMENTATION OF PADDY GROWTH AREA BASED ON AERIAL IMAGERY USING COLOR AND TEXTURE FEATURE FOR ESTIMATING HARVEST PRODUCTION

Abstract

Paddy growth in large areas is often not ideal. This can be caused by natural factors, types of rice varieties, and the treatment model used. This will also affect crop yields. The extent of land makes it difficult for farmers to monitor the unreachable part. Often monitoring of rice developments is done on the edge of the field but does not reach the middle area. This study proposes a monitoring system for rice development that can reach more broadly and estimate the yield of rice in every area of agriculture land. This system uses aerial images to reach a wider area and then estimates of agricultural production. Estimation of production is done by clustering images of agricultural areas using the K-Means method. This clustering uses HSV color parameters and Gabor textures as features of each part of the image. The result is a segment of the paddy area based on its growth. The number of segments corresponding to the age of the real Paddy will determine the estimated value of the yield. The research shows that three segments of rice development, and estimates the production is 1,787 tons with a maximum estimated harvest of 1,924 tons from the real data of 1, 80 tons. And with a mean absolute percentage error scale of 0.72% and a difference of 0.013 tons.

Keywords: *Estimation Production Agriculture, Smart Farming, Clustering Data, Aerial Imagery*

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan komoditas sector kunci perekonomian rakyat Indonesia [1] dengan luas lahan sawah sebesar 15, 99 juta hektar dan potensi

produksi padi sebesar 83, 037 juta ton pada tahun 2018 [2]. Masalah yang sering ditemukan pada lahan pertanian adalah proses pertumbuhan padi yang tidak optimal, sehingga mempengaruhi produksi padi. Proses pertumbuhan padi ini dipengaruhi oleh faktor

alam, jenis varietas padi, dan perawatan yang dilakukan [3]. Pemantauan pertumbuhan padi ini menjadi hal yang penting untuk memastikan tidak gagal panen. Namun, luasnya lahan membuat petani sulit untuk memantau bagian yang tidak terjangkau. Seringkali pemantauan hanya dilakukan di tepi sawah tetapi tidak mencapai area tengah.

Teknologi untuk membantu pemantauan pertumbuhan pagi sudah banyak dilakukan baik menggunakan foto aerial (foto udara) maupun foto satelit.

Namun teknologi ini belum bisa menyentuh ke petani karena mahalnya peralatan dan akses data satelit yang tidak terbuka. Pemakaian foto udara lebih mudah diterapkan seiring dengan semakin terjangkaunya harga drone, namun harga drone yang dilengkapi dengan sensor-sensor khusus pertanian seperti kamera Near Infrared (NIR) masih juga belum terjangkau [4].

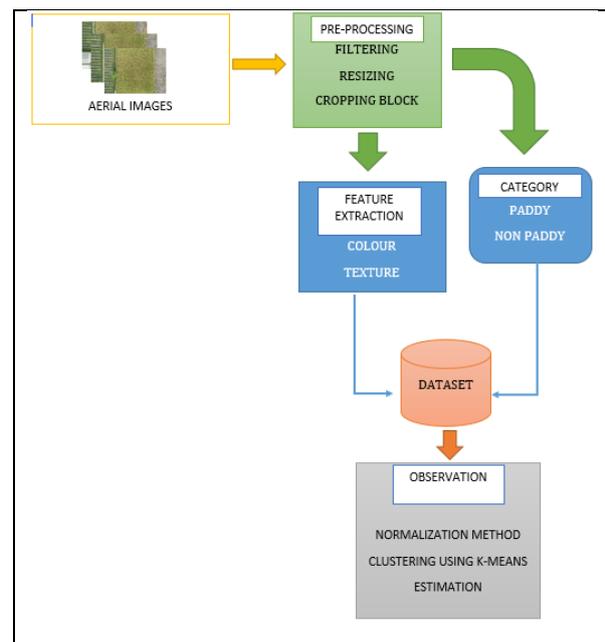
Seiring berkembangnya teknologi pengolahan citra digital, maka ada peluang untuk memantau pertumbuhan padi menggunakan kamera drone dengan format RGB. Penelitian ini mengembangkan sebuah teknik untuk melakukan segmentasi area pertumbuhan padi menggunakan klusterisasi K-Means berdasarkan fitur warna dan fitur tekstur. Segmentasi ini menghasilkan peta pertumbuhan padi pada area pertanian. Hasil segmentasi kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan dari potensi panen.

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait adalah sebagai berikut. Arya Yunita Putri (2016) membuat sistem prediksi luas lahan sawah dan hasil panen padi pada citra hasil drone. Sistem ini menggunakan metode thresholding dan filtering. Fitur yang digunakan adalah nilai kuning HSV (hue, saturation, value) pada padi. Pada penelitian ini menghasilkan 4 data pada masing-masing error rasio sebesar 3.1 %, 8.7%, 4.9%, dan 248% [5]. M.N. Reza (2018) membuat sistem prediksi luas sawah dan hasil panen padi dengan citra hasil drone. Metode yang digunakan adalah K-Means dan Graph-Cut sebagai metode segmentasi. Fitur yang digunakan adalah warna dengan nilai RGB, dari hasil penelitian ini menghasilkan estimasi sebesar error rasio 21-31% dengan 4 kali percobaan [6]. M.Hassanein (2018) mengusulkan metodologi segmentasi vegetasi untuk gambar UAV. Metode yang digunakan adalah metode filter dan threshold. Fitur yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai warna RGB dan HSV, dari kombinasi metode dan nilai warna tersebut dilakukan proses histogram untuk merepresentasikan nilai hue pada gambar atau data. Hasil penelitian ini adalah proses segmentasi dengan akurasi rata-rata sebesar 87.29% dan nilai standard deviasi sebesar 12.5% [7]. O.Hall (2018) mengklasifikasi dari produktivitas tanaman jagung, dengan citra hasil drone. Fitur yang digunakan adalah nilai RGB, NIR, dan HSV. Pada penelitian ini mengalami persmasalahan yaitu kesulitan dalam membedakan antara semak dan

tanaman jagung, karena posisinya saling berdekatan dan memiliki warna yang sama. Hasil penelitian dari kombinasi nilai warna RGB dan HSV menghasilkan akurasi sebesar 84%, dan kombinasi nilai RGB, HSV, dan tekstur menghasilkan akurasi sebesar 97% [8]. X.Jin (2017) mengusulkan metode untuk menghitung nilai estimasi dari tanaman gandum yang menggunakan hasil citra UAV. Penelitian ini menggunakan fitur RGB dengan parameter dari setiap gambarnya adalah kerapatan, genetika, ketinggian terbang, dan tahap pertumbuhan. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa estimasi di setiap meter sebanyak 34 tanaman gandum [9].

2. METODE PENELITIAN

pada penelitian ini adalah terdiri dari pengambilan gambar dengan menggunakan drone untuk menentukan area lahan pertanian yang digunakan, pra-processing, fitur ekstraksi dan klusterisasi untuk mendapatkan nilai estimasi dari hasil panen. Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk hasil segmentasi dari estimasi panen disetiap lahan pertanian. Desain sistem ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Metodologi

2.1 Aerial Image Collection

Penelitian ini mengambil gambar aerial di salah satu lahan pertanian di Dusun Tutul, Desa Tegalsari, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember Jawa Timur. Penelitian dilakukan pada bulan maret 2019 dengan ukuran lebar sawah 32 meter dan panjang 84 meter. Pengambilan gambar aerial menggunakan drone DJI Phantom Pro 4 yang dilengkapi dengan kamera RGB yang menghasilkan resolusi gambar 4864 x 3648 piksel dengan format JPG. Pengambilan gambar dilakukan pada siang hari jam 09.00-10.00 dengan ketinggian drone dari target

area padi 20 meter, dan dengan area luas lahan penelitian lebar 32 meter dan panjang 84 meter. Dari luas lahan ini didapatkan 7kali pengambilan gambar dengan jenis varietas padi Cibogo dan masa tanam 120 hari.



Gambar 2. Data koleksi gambar aerial

2.2 Pre-Processing

Pada tahap pre-processing dilakukan 3 tahap, yang pertama dilakukan proses filtering dengan menggunakan metode Gaussian Filter. Selanjutnya dilakukan proses resize ukuran gambar dari 4864 x 3648 piksel menjadi 480 x 360 piksel. Dan yang terakhir dilakukan proses cropping dengan ukuran data 10 x 10 piksel. Sehingga dari setiap gambar didapatkan dataset sebanyak 1728.

2.3 Ekstraksi Fitur

Pada tahap ekstraksi fitur dilakukan dengan menggunakan 2 parameter, yaitu warna dan tekstur. Setiap parameter dilakukan proses untuk mendapatkan nilai dari setiap data dari padi dan bukan padi. Berikut adalah penjelasan dari setiap parameter yang digunakan.

A. Warna

Parameter warna dihitung juga berdasarkan nilai warna hue rata-rata ditambah dengan standard deviasi pada setiap dataset yang dihasilkan. HSV merupakan model warna yang terdiri 3 komposisi, yaitu Hue dengan skala 0-360, Saturasi dengan tingkat 0-100 persen, dan Value dengan kecerahan 0-100. Dari 3 komposisi tersebut, yang digunakan adalah nilai Hue. Dengan formula sebagai berikut [10]:

$$H = 60x \begin{cases} 0 + \frac{(G-B)}{\max-\min}, & \text{if max} = R \\ 2 + \frac{B-R}{\max-\min}, & \text{if max} = G \\ 4 + \frac{R-G}{\max-\min}, & \text{if max} = B \end{cases} \quad (1)$$

Dimana:

R = nilai Red

G = nilai Green

B = nilai Blue

B. Tekstur

Parameter tekstur dihitung berdasarkan nilai tekstur dari setiap dataset yang dihasilkan dengan menggunakan metode filter Gabor. Metode ini tersusun dari penggunaan lamda, theta, sigma, phi, sigma, gamma. Dengan formula sebagai berikut [11]:

$$G(x, y, \lambda, \theta, \phi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \lambda^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \phi\right) \quad (2)$$

Dimana:

x = data baris x

y = data baris y

λ = panjang gelombang

θ = derajat rotasi

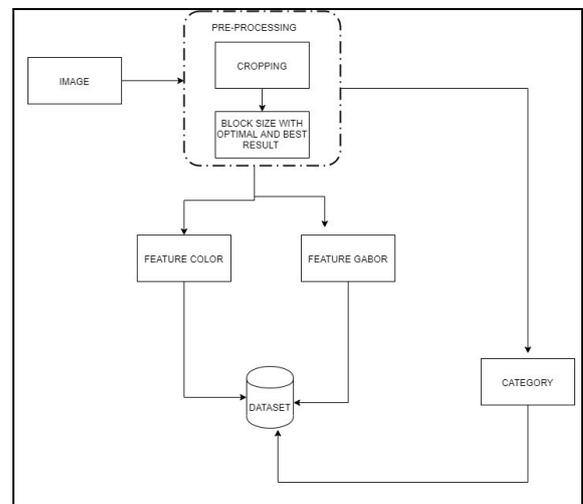
ϕ = fase kosinus

σ = standard deviasi

γ = rasio aspek spasial

2.4 Pembuatan Dataset

Pada tahap pembuatan dataset ini adalah menggunakan nilai dari hasil ekstraksi parameter warna, tekstur, dan kategori data yang berupa padi dan bukan padi. Dataset yang digunakan dijadikan untuk proses nilai segmentasi. Berikut adalah alur proses pembuatan dataset.



Gambar 3. Blok Diagram Pembuatan Dataset

2.5 Metode Normalisasi

Normalisasi adalah proses penskalaan nilai atribut dari data sehingga bisa jatuh pada range tertentu. Metode normalisasi yang dipakai pada penelitian ini adalah metode Min-Max dan Soft-Max [12].

A. Min-Max

Min-Max adalah metode normalisasi dengan melakukan transformasi linier terhadap data asli. Dengan formula sebagai berikut:

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

Dimana:

z = data baru

X = data

X_{min} = nilai data minimum

X_{max} = nilai data maksimal

B. Soft-Max

Softmax merupakan metode normalisasi yang merupakan pengembangan dari transformasi secara linier, dan output range-nya adalah 0-1. Dengan formula sebagai berikut:

$$z = \frac{1}{(1 + e^{-(transfdata)})} \quad (4)$$

Dimana:

z = data baru

x = data lama

e = respon linier di deviasi standar

$$Transfdata = (x - \mu) / (x * (\sigma / (2 * 3.14)))$$

2.6 Klasterisasi K-Means

Pada tahap klasterisasi digunakan metode Kmeans, metode ini digunakan karena lebih cepat untuk mengelompokkan dataset unsupervised dengan mengidentifikasi nilai kepadatan dan jarak antar setiap data. Hasil proses klasterisasi digunakan untuk mensegmentasi data yang terdiri dari segmen area padi dan bukan padi. Berikut merupakan formula algoritma Kmeans [13]:

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|X_i^{(j)} - C_j\|^2 \tag{5}$$

Dimana $\|X_i^{(j)} - C_j\|^2$ adalah ukuran jarak yang dipilih antara data titik $X_i^{(j)}$ dan pusat kluster C_j

3. HASIL DAN ANALISIS

Percobaan pada penelitian menghasilkan 7 aerial gambar data dari ukuran sawah sebesar 32 meter x 84 meter dengan ketinggian drone 20 meter. Proses percobaan terdiri dari ekstraksi fitur dalam pembuatan dataset dan proses segmentasi untuk mendapatkan nilai estimasi dari hasil produksi panen.

3.1. Ekstraksi Fitur dan Dataset

Pada tahap ini dilakukan proses resize gambar dari ukuran sebenarnya adalah 4864 x 3648 piksel menjadi ukuran 480 x 360 piksel, proses ini dilakukan untuk mempercepat proses pengolahan data. Selanjutnya hasil dari resize dilakukan proses cropping dengan ukuran 10 x 10 piksel sehingga didapatkan sebanyak 1728 data. Dari 1728 data diberikan label yang terdiri label padi dan bukan padi, dan dilakukan proses ekstraksi fitur dengan menggunakan nilai mean dan standard deviasi Hue, dan nilai mean dari tekstur Gabor. Berikut merupakan tabel dari nilai ekstraksi fitur dari salah satu data gambar.

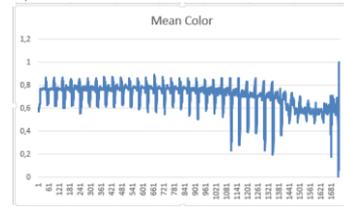
Tabel 1. Ekstraksi Dataset

Image	Mean Warna	Std Warna	Mean Tekstur	Kategori
1	0, 61	0, 06	0, 37	0
2	0, 60	0, 05	0, 38	0
3	0, 57	0, 04	0, 41	0
4	0, 58	0, 05	0, 41	0
5	0, 61	0, 04	0, 40	0
...
1725	1	0, 76	0, 18	0
1726	0, 99	0, 07	0, 25	0
1727	0, 86	0, 44	0, 29	0
1728	0,06	0, 44	0, 24	0

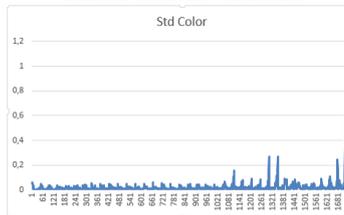
Tabel 1 adalah hasil ekstraksi dengan menggunakan fitur warna yang terdiri dari nilai mean dan std dari nilai hue dan fitur tekstur dari nilai mean gabor. Dari setiap data gambar memiliki nilai label diantaranya nilai 0 sebagai label bukan padi dan nilai 1 sebagai label padi.

3.2. Grafik Ekstraksi Fitur dan Data Label

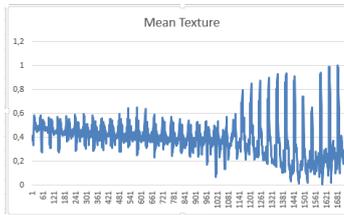
Pada tahap ini merupakan visualisasi grafik ekstraksi fitur dengan menggunakan parameter mean, std hue, mean gabor, dan label data dari salah satu gambar.



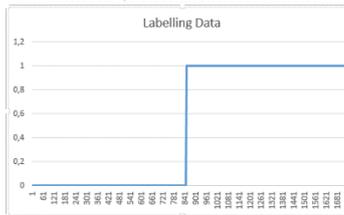
Gambar 4. Mean warna Hue



Gambar 5. Std warna Hue



Gambar 6. Mean Tekstur Gabor



Gambar 7. Data Label

Dari grafik gambar 4-6 merupakan hasil dari ekstraksi data gambar dengan menggunakan nilai dari parameter mean, std hue dan nilai mean gabor. Dan pada gambar 7 merupakan grafik label dari 1728 data yang terdiri dari label bukan padi sebanyak 846 dan padi sebanyak 882. Berikut merupakan pengelompokkan gambar sesuai label.



3.3 Klasterisasi Gambar

Tujuan dari proses klasterisasi ini adalah memproses setiap data unsupervised dari hasil ekstraksi menggunakan parameter warna, tekstur, dan label segmen padi dan bukan padi. Proses segmentasi area

padi menghasilkan 3 segmen perkembangan yaitu hijau tua, hijau muda, dan kuning. Setiap segmen padi memiliki nilai estimasi produksi yang berbeda. Dari hasil tersebut bisa dilakukan proses estimasi hasil panen dalam setiap data gambar.

3.4 Hasil Perbandingan

Pada tahap penelitian ini menggunakan perbandingan antara metode normalisasi dari Min-Max dan Soft-Max. Tujuan dari perbandingan tersebut, untuk mendapatkan hasil visualisasi yang maksimal dari setiap data yang digunakan. Dan berikut tabel hasil dari segmentasi.

Tabel 2. Hasil Visualisasi menggunakan 2 normalisasi data dan klusterisasi K-Means

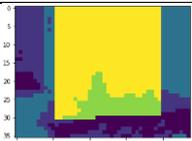
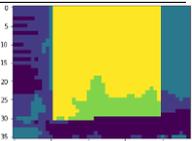
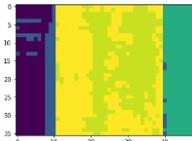
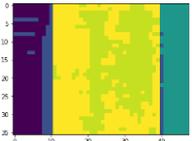
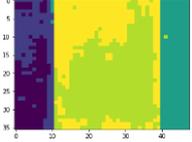
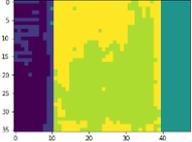
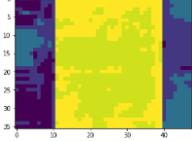
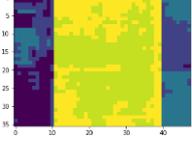
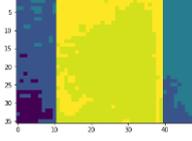
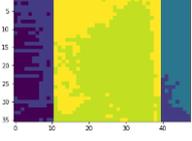
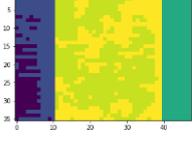
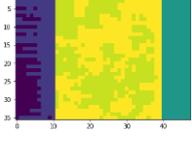
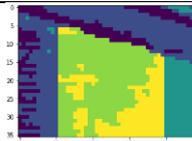
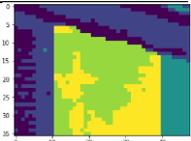
Image	Min-Max	SoftMax
Originality		
		
		
		
		
		
		

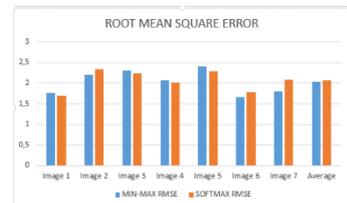
Image	Min-Max	SoftMax
Originality		
		

Jika dilihat dari hasil normalisasi tersebut terdapat perbedaan yang jauh. Pada penggunaan metode normalisasi Min-Max lebih baik daripada normalisasi Soft-Max. Klaster yang digunakan sebanyak 5, dengan label data diantaranya adalah padi kondisi baik, padi kondisi kurang baik, padi kondisi tidak baik, rumput, dan objek lainnya.

Tabel 3. Hasil Performance 2 Metode Normalisasi

	RMSE	MSE	RMSE	MSE
Image 1	1,76	3,09	1,7	2,89
Image 2	2,21	4,88	2,34	5,41
Image 3	2,3	5,31	2,24	5,03
Image 4	2,07	4,28	2,01	4,03
Image 5	2,41	5,79	2,28	5,22
Image 6	1,66	2,76	1,78	3,17
Image 7	1,8	3,24	2,08	4,35
Average	2,03	4,19	2,06	4,3

Tabel 4 merupakan hasil perbandingan performance setiap gambar yang digunakan dari hasil visualisasi klusterisasi.



Gambar 8. Grafik nilai RMSE setiap proses gambar



Gambar 9. Grafik nilai MSE setiap proses gambar

Dari hasil ke dua normalisasi yang digunakan, bahwa normalisasi Min-Max lebih baik dibandingkan dari Soft-Max. Dari 7 kali data gambar didapatkan rata-rata RMSE dan MSE yang terbaik adalah pada

metode Min-Max dengan masing-masing nilai 2, 03 dan 4, 19.

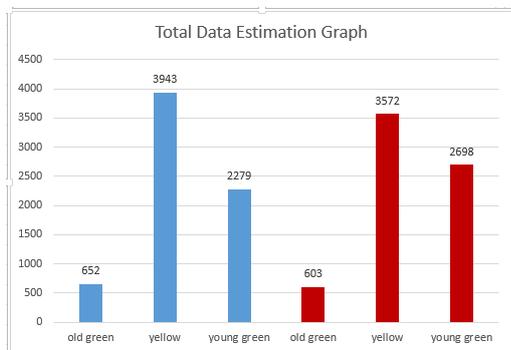
Tabel 5. Hasil Segmen dari Produksi Padi

	Green Old	Yellow	Green Young	Green Old	Yellow	Green Young
Image 1	155	726	0	155	726	0
Image 2	0	561	483	0	565	479
Image 3	0	618	427	0	602	442
Image 4	0	447	597	0	437	607
Image 5	0	698	346	0	389	655
Image 6	0	618	426	0	529	515
Image 7	497	275	0	448	324	0
Total	652	3943	2279	603	3572	2698

Tabel 5 merupakan jumlah kategori padi dalam setiap gambar dari hasil klusterisasi dengan menggunakan 3 label padi, yang terdiri dari klaster warna hijau tua, kuning, dan hijau muda yang masing-masing memiliki nilai estimasi.



Gambar 10. Grafik Label Padi setiap Data Aerial Gambar



Gambar 11. Grafik Total Label Padi pada 2 Normalisasi

Gambar 10-11 adalah grafik label dari disetiap dataset yang digunakan untuk mendapatkan total estimasi panen pada lahan, masing-masing label padi memiliki nilai estimasi. Pada grafik warna biru merupakan hasil dari Min-Max dan warna merah hasil dari Soft-

Max. Setiap dataset diandaikan terdapat 10 tanaman padi, dengan nilai estimasi label diantaranya sebagai berikut:

Tabel 6. Validasi Label Padi

Old Green	Yellow	Young Green

Tabel 6 merupakan visualisasi dan validasi dari label data padi yang didapatkan pada setiap gambar, pemberian label dataset tersebut digunakan untuk estimasi produksi disetiap dataset label padi.

Tabel 7. Estimasi nilai label

Label	Estimation Value (Gram)
Old Green	28*0,6
Yellow	28*1
Young Green	28*0,9

Tabel 7 adalah memberikan nilai estimasi produksi dari setiap label yang digunakan. Dari setiap nilai estimasi label diatas, maka didapatkan jumlah total label dengan rumus sebagai berikut:

$$Total = \frac{\sum \text{sumlabel} * \text{plant per block} * \text{estimation}}{10^6} \quad (7)$$

Dimana:

Sumlabel = jumlah label

Plant per block = jumlah tanaman setiap blok

Estimation = nilai estimasi setiap label

Tabel 8. Perbandingan data estimasi dan data sebenarnya

Actual Data	Maxim	Estima	Differe	Mean
	um	tion	nce	Absolu
	Estima	Result	Actual-	te
	tion	Min-	Estima	Percent
	Min-	Max	tion	age
	Max			Error
1,8 Ton	1, 924 Ton	1,787 Ton	0,013 Ton	0,72%

Tabel 8 adalah perbandingan estimasi dan data sebenarnya dari hasil produksi padi yang digunakan pada penelitian, dari tabel tersebut menghasilkan selisih antara data sebenarnya dan estimasi sebesar 0, 013 Ton dengan skala error sebesar 0, 72%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa implementasi dari beberapa proses untuk mendapatkan hasil

estimasi pertanian, dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Metode normalisasi yang baik untuk melakukan klasifikasi adalah Min-Max dengan nilai estimasi hasil panen sebesar 1,787 Ton dengan maksimum estimasi panen sebesar 1, 924 Ton dari data sebenarnya 1, 8 ton. Dan dengan skala mean Absolute percentage error sebesar 0, 72 % dan perbedaan selisih sebesar 0,013 Ton.
2. Hasil estimasi yang lebih tinggi daripada data sebenarnya bisa disebabkan dari label yang bukan padi namun terklasterisasi menjadi bagian dari label padi. Penelitian ini menghasilkan estimasi panen yang mencapai pendekatan data sampai hasil aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- TAKARIYANA HENI A. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Padi, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- KEMENTAN. 2018. Data Lima Tahun akhir Luas dan Panen Pertanian Padi, diakses 5 Maret 2020: <https://www.pertanian.go.id>.
- MAHANANTO, S. SUTRISNO, ANANDA CANDRA F . 2009. Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Studi Kasus di Kecamatan Nogosari, Boyolalali, Jawa Tengah. Vol. 12, No. 1, pp 10 – 11.
- H. V. T. MINH, R. AVTAR, G. MOHAN, P. M . 2019. Monitoring and Mapping of Rice Cropping Pattern in Flooding Area in the Vietnamese Mekong Delta Using Sentinel – 1A Data : A Case of An Giang Province. IJGI. Vol. 8, No. 211, pp 1-22.
- ARYA, YUNITA PUTRI & RADEN, SUMIHARTO. 2016. Purwarupa Sistem Prediksi Luas dan Hasil Panen Padi suatu Wilayah menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Sobel dan Otsu 1,” vol. 6, no. 2, pp. 187–198.
- M. N. REZA, I. S. NA, S. W. BAEK, & K. H. LEE. 2018. Rice yield estimation based on K-means clustering with graph-cut segmentation using low-altitude UAV images. Biosyst. Eng., no. 2018, pp. 1–13.
- M. HASSANEIN, Z. LARI, & N. EL-SHEIMY. 2018. A new vegetation segmentation approach for cropped fields based on threshold detection from hue histograms. Sensors (Switzerland). Vol. 18, no. 4, pp. 1–25.
- O. HALL, S. DAHLIN, H. MARSTORP, M. ARCHILA BUSTOS, I. ÖBORN, & M. JIRSTRÖM. 2018. Classification of Maize in Complex Smallholder Farming Systems Using UAV Imagery. Drones, vol. 2, no. 3, p. 22.
- X. JIN, S. LIU, F. BARET, M. HEMERLÉ, & A. COMAR. 2017. Estimates of plant density of wheat crops at emergence from very low altitude UAV imagery. Remote Sens. Environ., vol. 198, no. June, pp. 105–114.
- Y. A. SARI, R. K. DEWI, & C. FATICHAH. 2014. Seleksi Fitur Menggunakan Ekstraksi Fitur Bentuk, Warna, Dan Tekstur Dalam Sistem Temu Kembali Citra Daun. JUTI J. Ilm. Teknol. Inf., vol. 12, no. 1, p. 1, 2014.
- X. ZHANG, J. CUI, W. WANG, AND C. LIN. 2017. A study for texture feature extraction of high-resolution satellite images based on a direction measure and gray level cooccurrence matrix fusion algorithm. Sensors (Switzerland), vol. 17, no. 7.
- S. S. S. S. PANDA, S. S. PANIGRAHI, AND D. P. D. P. AMES. 2010. Crop Yield Forecasting from Remotely Sensed Aerial Images with Self-Organizing Maps. Trans. ASABE, vol. 53, no. 2, pp. 323–338.
- DEHARIYA, V.K., SHRIVASTAVA, S.K., & JAIN, R. 2010. Clustering of image data set using K-Means and Fuzzy K-Means algorithms. In International Conference on Computational Intelligence and Communication Network (CICN) .Bhopal, India: IEEE, pp. 386-391.

Halaman ini sengaja dikosongkan