

Purwarupa Sistem Prediksi Luas dan Hasil Panen Padi suatu Wilayah menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Sobel dan Otsu

Ardy Yunita Putri*¹, Raden Sumiharto²

¹Prodi Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *¹ardyvayputri@gmail.com, ²r.sumiharto@ugm.ac.id

Abstrak

Sistem prediksi luas dan hasil panen padi suatu wilayah menggunakan pengolahan citra dengan metode Sobel Otsu ini merupakan salah satu sistem yang memanfaatkan data foto udara untuk prediksi luas dan hasil panen. Metode Otsu digunakan pada proses thresholding dan metode Sobel digunakan untuk mendeteksi tepi wilayah sawah. Kemudian dilakukan proses filtering agar pada proses scanning piksel putih yang dihitung jumlahnya hanya yang ada pada wilayah yang diinginkan. Setelah didapatkan jumlah piksel putih kemudian jumlah tersebut dikalikan dengan nilai yang didapatkan dari proses kalibrasi serta dengan perkiraan hasil panen padi (kg/m^2).

Pendeteksian warna kuning padi siap panen dilakukan dengan pengolahan warna dari citra HSV kemudian dideteksi menggunakan thresholding HSV. Pada pengujian variasi warna padi, warna padi yang terdeteksi merupakan warna padi siap panen yaitu bewarna kuning kecoklatan yang kemudian didapatkan warna yang terdeteksi dengan warna putih kemudian digunakan untuk proses prediksi luas dan hasil panen. Kemudian pengujian akurasi perhitungan didapatkan tingkat error yang berbeda pada wilayah sawah yang berbeda. Error pada pengujian sistem ini yaitu 3,1 %, 8,7%, 4,9% dan 248%. Pada error tertinggi diakibatkan pencahayaan yang berlebih sehingga warna hijau padi terdeteksi menjadi oleh sistem bewarna kuning serta dikarenakan terdapat wilayah yang tertutupi oleh pohon sehingga mengurangi perhitungan luas sawah.

Kata kunci— foto udara, deteksi warna, thresholding, deteksi tepi, perhitungan luas.

Abstract

Area and paddy crop yield prediction system of an area using image processing by Sobel Otsu's method is one of system that utilize aerial photo data for measuring area and prediction of its crop yield. Otsu's method is used to thresholding process and Sobel's method is used to detect paddy field's edges that will calculate its area. Then filtering process so that the scanning process white pixels are counted only exist in the desired region. After the amount of white pixel(s) is obtained, their amount is multiplied with the scale that obtained from calibration process and crop yield prediction (kg/m^2).

Detection of yellow paddy color that ready-to-harvest is successfully performed by processing the HSV color, which is then detected by thresholding HSV. At the time of testing with variety of paddy color, the detected paddy color is the paddy color ready-to-harvest, which is brownish yellow that represented by white pixels, and will be used then to predict its area and crop yield. Thereafter, accuracy calculation test resulting in different error levels in different paddy fields. Error in testing of this system are 3,1 %, 8,7%, 4,9% dan 248%. The highest error value is caused by excessive exposure of light, with the result that the green color on paddy is detected by the system as yellow and some areas are covered by trees that, thereby reducing paddy fields area calculation.

Keywords— aerial photographs, color detection, thresholding, edge detection, area calculation.

1. PENDAHULUAN

Fotografi merupakan suatu kegiatan yang hampir dilakukan oleh semua orang. Kegiatan fotografi ini dilakukan baik dengan kamera untuk profesional maupun menggunakan kamera pada *handphone* untuk fotografer amatir. Jenis kamera yang digunakan dalam kegiatan ini pun beragam sesuai dengan kebutuhan masing-masing dalam pengambilan gambar. Fotografi di masa sekarang telah digunakan diberbagai bidang seperti bidang militer, sipil, pertanian dan lain-lain. Pada penggunaan dibidang militer fotografi telah berkembang pesat. Pemasangan kamera pada pesawat tanpa awak menjadi solusi untuk kegiatan pengintaian dan pemngambilan gambar untuk wilayah yang sulit dijangkau. Kemudian untuk keperluan dibidang sipil, foto udara dengan pesawat tanpa awak dapat digunakan untuk pemantauan hutan, pemetaan daerah serta untuk pemantauan terjadinya bencana alam untuk pencarian korban. Bahkan untuk saat ini foto udara dapat menjadi peluang bisnis untuk jasa foto iklan ataupun pengambilan gambar pada saat penerimaan mahasiswa baru.

Indonesia merupakan negara yang memiliki karakteristik wilayah serta bentang lahan bervariasi. Dengan menggunakan pesawat tanpa awak dapat membantu pengambilan gambar dari penampakan alam melalui foto udara. Dengan menggunakan pesawat tanpa awak ini terdapat keuntungan yaitu dapat mempersingkat waktu pemantauan suatu daerah. Dapat pula pengambilan foto udara melalui foto satelit, tetapi foto satelit biasanya tidak realtime sehingga keadaan yang akan dipantau merupakan hasil pemotretan dari beberapa hari atau beberapa bulan yang lalu.

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan sebuah pesawat tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh atau diterbangkan secara mandiri yang dilakukan pemrograman terlebih dahulu atau secara otomatis. Pemotretan yang wilayah dengan UAV ini dapat dikendalikan dari jarak jauh. Untuk mempermudah kegiatan fotografi ini sebagai pemetaan dengan pesawat tanpa awak membawa perangkat keras kamera untuk mengambil gambar.

Hasil gambar yang didapat dari kamera yang berupa citra masih belum cukup untuk mencakup wilayah yang akan dijadikan objek foto udara. Untuk mendapatkan hasil gambar yang lebih luas digunakan pengolahan citra *stitching* atau penggabungan citra. Setelah dilakukan penggabungan citra masih terdapat informasi yang dapat ditambahkan seperti luas wilayah yang difoto. Seperti informasi luas area persawahan. Karena Indonesia merupakan negara yang agraris sehingga dibutuhkan informasi luas area persawahan yang ditanami padi dan dari informasi luas tersebut dapat digunakan untuk memprediksi hasil panen tanaman padi sehingga salah satu solusi yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan sawah yang terdapat padi siap panen sebagai objek foto udara. Foto udara digunakan sebagai salah satu cara mengukur luas sawah yang ditanami padi karena dapat menghemat waktu pengukuran, lebih mudah dan data yang didapat lebih akurat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Foto udara atau *photomapping* merupakan pengambilan gambar yang berbasis representasi metrik untuk mendapatkan gambaran dari lingkungan melalui pemotretan lewat udara. Untuk sudut pandang yang sederhana, wilayah tumpang tindih antara dua gambar berurutan mengakuisisi harus ditemukan dan sesuai kecocokan dari photomapping yang terkait dengan ordometry visual yang juga memungkinkan memperkirakan suatu pergerakan [1].

Foto udara dengan pengolahan citra telah banyak dilakukan terutama untuk mengidentifikasi perubahan bentuk, luas ataupun kondisi lainnya dari suatu wilayah. Melalui berbagai tahapan pengolahan, dapat diperoleh informasi yang diinginkan tentang fitur tertentu dari sebuah citra digital antara lain luas atau ukuran objek. Salah satunya adalah penelitian dari pemanfaatan citra penginderaan jauh dan sistem informasi geografis untuk pemetaan lahan

kritis. Yang dilakukan oleh [2]. Dalam penelitian ini tujuannya adalah mengetahui kemampuan citra penginderaan jauh ALOS AVNIR-2 untuk identifikasi penggunaan lahan sebagai parameter pengaruh lahan kritis dan mengetahui luas lahan kritis di Kabupaten Banjarnegara akibat pengaruh penggunaan lahan menggunakan pendekatan bilangan kurva.

Pemanfaatan yang lain adalah pemanfaatan citra dari satelit yang digunakan untuk menghitung luas daerah bekas penambangan timah. Dalam penelitian ini, dilakukan pengolahan citra digital dari suatu wilayah tertentu di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang memiliki daerah bekas penambangan timah untuk dapat diketahui luasnya. Penelitian dimulai dengan survei lapangan untuk memperoleh data berupa koordinat serta ukuran (panjang dan lebar) daerah bekas penambangan timah. Koordinat tersebut digunakan untuk memperoleh citra satelit dari daerah bekas penambangan timah. Selanjutnya, citra satelit berupa citra warna (RGB) diubah menjadi citra grayscale. Citra *grayscale* kemudian diperbaiki melalui proses perenggangan kontras, lalu diubah menjadi citra biner. Operasi morfologi yaitu erosi dan dilasi diterapkan pada citra biner tersebut sehingga dapat dihitung jumlah piksel objek (daerah bekas penambangan timah) di dalam citra. Ukuran sebenarnya (panjang dan lebar) daerah bekas penambangan timah digunakan untuk mengetahui nilai skala yang diperlukan guna menghitung luas objek citra (daerah bekas penambangan timah) dalam satuan m^2 [3].

Penggunaan foto udara untuk pengambilan citra dengan menggunakan citra yang didapat dengan UAV lebih unggul daripada menggunakan citra satelit. Kelemahan dari penggunaan citra satelit adalah ketinggian dari awan dapat menyebabkan tidak jelasnya area secara keseluruhan, terutama di daerah equator dimana sangat berawan. Kemudian dengan citra satelit warna yang diberikan rendah karena bayangan dari awan membuat kedekatan area gelap dengan sedikit perbandingan atau kontras. Tetapi dengan menggunakan UAV, masalah bayangan sangat rendah dengan pengenalan warna yang tinggi pada foto dengan dinamik yang baik [4].

Data penginderaan jauh (inderaja) telah banyak digunakan untuk identifikasi dan pemantauan kondisi penggunaan lahan pertanian. Penggunaan citra satelit optik seringkali terkendala oleh tutupan awan, ketergantungan pada penyedia data, harga yang relatif mahal, dan waktu akuisisi dan lokasi data yang diperlukan tidak fleksibel. Teknologi pesawat terbang tanpa awak (UAV) telah dikembangkan dan banyak digunakan untuk aplikasi penginderaan jauh untuk pertanian. Pesawat tanpa awak (*Unmanned Air Vehicle* – UAV) yang dilengkapi sensor yang hampir mirip dengan sensor pada satelit memungkinkan memberikan hasil yang dapat digunakan untuk menganalisis kondisi tanaman / vegetasi atau lahan pertanian dengan menggunakan band VNIR, SWIR, *thermal*, radar atau SAR. Teknologi UAV dapat diterbangkan kapan saja, untuk merekam data penggunaan lahan pertanian pada saat diperlukan. Penerapannya di Indonesia terkendala oleh biaya awal yang tinggi, keterbatasan teknologi yang tersedia, dan kemampuan sumberdaya manusia terhadap teknologi tersebut masih terbatas. Terlepas dari kendala tersebut, penggunaan teknologi UAV mempunyai prospek yang baik untuk digunakan secara operasional di sektor pertanian. Penelitian dan pengembangan terhadap aplikasi UAV untuk bidang pertanian perlu terus dilakukan [5].

Penelitian [6] melakukan penelitian tentang foto panorama. Foto panorama adalah teknik merekam sebuah *image* yang lebarnya melebihi pandangan lurus mata normal, jika diukur menggunakan *focal length* pandangan normal, lebih kurang 50 mm (lensa normal) dengan kelebaran 46 derajat. Oleh karena itu, diadakanya suatu teknik penggabungan agar mendapat sebuah foto panorama.

2.2 Analisa Kebutuhan Sistem

Fotografi di masa sekarang telah digunakan di berbagai bidang seperti bidang militer, sipil, pertanian dan lain-lain. Pemasangan kamera pada pesawat tanpa awak menjadi solusi untuk mempermudah kegiatan fotografi pemantauan udara. Dari data hasil pemotretan wilayah menggunakan UAV ini dapat dimanfaatkan untuk perhitungan luas suatu wilayah. Karena Indonesia merupakan negara yang agraris sehingga dibutuhkan informasi luas area persawahan

yang ditanami padi dan dari informasi luas tersebut dapat digunakan untuk memprediksi hasil panen tanaman padi sehingga salah satu solusi yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan sawah yang terdapat padi siap panen sebagai objek foto udara.

Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem yang digunakan untuk prediksi luas dan hasil panen dengan pengolahan citra. Sistem pengukuran luas sawah dan prediksi hasil panen padi pada suatu wilayah ini memanfaatkan hasil dari pemotretan udara sawah dengan menggunakan UAV. Hasil foto udara sawah dengan padi yang menguning yang telah tersedia ini kemudian dimanfaatkan dengan pembuatan sistem pengukur luas sawah dan prediksi hasil panen padinya dengan menggunakan pengolahan citra. Sebelum pembuatan sistem kemudian dilakukan analisis dari perancangan sistem tersebut. Analisis kebutuhan sistem menjelaskan hal-hal yang dibutuhkan dalam perancangan sistem. Hasil analisis kebutuhan sistem berupa metode pengumpulan data, masukan sistem, keluaran sistem, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

2.3 Deskripsi Sistem

Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem yang digunakan untuk memprediksi luas sawah dan hasil panen padi pada suatu wilayah dengan pengolahan citra. Pada sistem prediksi luas dan hasil panen padi ini menggunakan pengolahan citra maka dibutuhkan perangkat lunak yang dapat mempermudah dalam pemrosesan pengolahan citra. Pada sistem ini digunakan pustaka OpenCV. Pustaka OpenCV ini digunakan pada proses pendeteksian warna padi yang siap panen, metode Otsu untuk proses *thresholding*, proses *filtering* dan metode Sobel untuk pendeteksian tepi objek. Proses pertama adalah pendeteksian warna citra padi yang siap panen. Pada pendeteksian warna ini pengolahan warna citra yang digunakan adalah pengolahan warna HSV. Citra yang digunakan sebagai masukan masih memiliki format warna RGB yang kemudian diubah kedalam format citra HSV. Pengolahan warna HSV ini digunakan untuk mempermudah pendeteksian warna kuning padi yang siap panen yaitu warna kuning kecoklatan. Penggunaan warna HSV ini dikarenakan format ini sangat baik untuk membedakan warna-warna yang 'terlihat'. HSV (hue, saturation, value) merupakan model warna yang diturunkan dari RGB serta performa HSV ternyata lebih baik dalam membedakan warna jika dibandingkan dengan RGB [7].

Kemudian *thresholding* untuk membedakan antara 2 bagian yaitu latar depan (*foreground*) dan latar belakang (*background*) pada citra. Metode yang digunakan untuk *thresholding* ini adalah metode Otsu. Metode Otsu ini digunakan untuk memaksimalkan hasil perhitungan dari proses *thresholding*. Metode ini digunakan untuk menentukan nilai ambang atau T. Dengan metode ini nilai ambang T dapat terhitung otomatis berdasarkan citra masukan. [8].

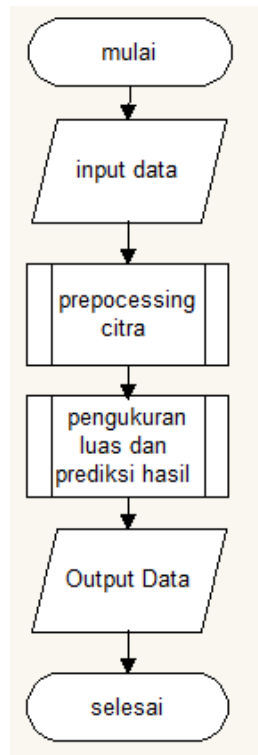
Dari hasil *thresholding* ini kemudian dilakukan *filtering* yang berguna untuk menghilangkan bercak-bercak putih yang bukan merupakan bagian dari objek yang akan dihitung luasnya. *Filter* yang digunakan pada sistem ini adalah Median *filtering*. Median *filtering* memberikan hasil yang lebih baik untuk citra yang mengalami gangguan dalam bentuk spike berupa bercak-bercak putih maupun dalam bentuk *salt and pepper*. [9].

Kemudian metode Sobel digunakan untuk mendeteksi tepi objek citra yang akan dihitung luasnya sebelum dilakukan *scanning* area citra yang digunakan untuk perhitungan piksel putih yaitu piksel objek. Metode Sobel mempunyai kelebihan dari metode ini adalah kemampuan untuk mengurangi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. [10].

Kemudian hasil dari perhitungan piksel dari proses *scanning* digunakan untuk perhitungan prediksi luas dan hasil panen padi pada suatu area sawah siap panen. Dari hasil sistem yang dirancang terdapat beberapa keluaran hasil dari sistem perhitungan luas dan prediksi hasil padi siap panen. Keluaran sistem berupa hasil dari pengolahan citra serta hasil dari perhitungan luas dan prediksi hasil panen padi. Setiap hasil proses pengolahan citra akan ditampilkan seperti hasil dari deteksi warna, *thresholding*, dan hasil deteksi tepinya. Hasil perhitungan luas dan prediksi hasil panen padi ditampilkan pada terminal.

2.4 Implementasi

Implementasi dari sistem prediksi luas dan hasil panen padi suatu wilayah menggunakan pustaka OpenCV 2.4.9 pada Linux Ubuntu 12.04 LTS 64 bit. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra sawah pada suatu wilayah dengan padi yang berwarna kuning yang kemudian melakukan proses pengolahan citra digital. Proses ini akan mendeteksi sawah dengan warna padi yang menguning kemudian langkah selanjutnya *thresholding* dan *filtering* yang kemudian citra hasil akan dihitung jumlah piksel putihnya yang akan digunakan untuk perhitungan prediksi luas dan hasil panen. Luaran dari sistem ini akan menampilkan hasil perhitungan luas dan hasil panen beserta gambar hasil proses pengolahan citra. Bagan alir dari proses implementasi sistem prediksi luas dan hasil panen padi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagan alir sistem prediksi luas dan hasil panen padi


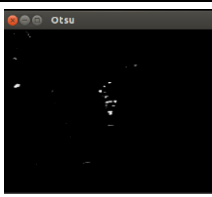
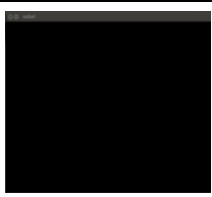
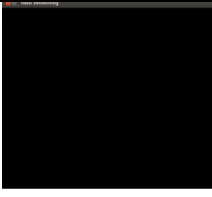


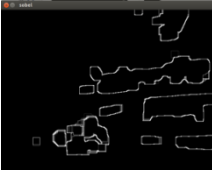



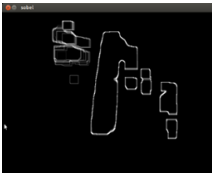


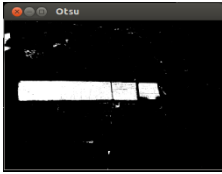
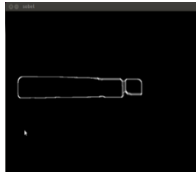







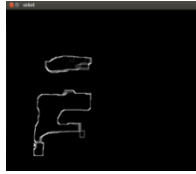

Implementasi program utama pada sistem ini terdiri dari dua tahap yaitu *preprocessing* citra dan proses perhitungan prediksi luas dan hasil panen. Sebelum tahap pertama yaitu *preprocessing* citra, terlebih dahulu memasukkan pustaka-pustaka dari OpenCV yang akan digunakan pada pemrograman sistem ini. Salah satu tahap dari implementasi perangkat lunak ini adalah tahap *preprocessing* citra. Data citra yang disimpan kemudian pada notebook yang digunakan untuk mengolah data yang kemudian dimasukkan pada program sesuai nama dari data tersebut. Data yang dimasukkan pada program kemudian dibaca dan kemudian diproses pada tahap selanjutnya. Proses selanjutnya adalah pendeteksian warna. Warna yang akan dideteksi adalah warna padi yang siap panen sehingga warnanya kuning kecoklatan. Pada pengolahan citra, setiap warna yang akan dideteksi mempunyai *range* warna yang berbeda-beda. Tahap selanjutnya adalah proses pengukuran luas dan prediksi hasil panen. Pada proses ini, jumlah piksel citra yang berwarna putih akan dihitung kemudian untuk perhitungan luasnya dikalikan dengan skala gambar yang didapat dari proses kalibrasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian variasi warna padi

Pada pengujian warna, penentuan rentang warna HSV dengan program manual yang kemudian digunakan pada program pengukuran luas. Nilai rentang HSV yang dicari adalah rentang nilai HSV warna kuning pada padi yang siap panen yang warnanya kuning kecoklatan. Nilai rentang HSV yang digunakan adalah pada rentang minimal 16,6 untuk nilai H, 106,4 untuk nilai S, dan 70 untuk V serta pada rentang maksimal 29,6 untuk nilai H, 227,8 untuk nilai S, dan 183 untuk nilai V. Sehingga pada pengujian warna ini diujikan dengan masukan gambar dengan variasi warna padi yang masih hijau, hampir menguning, menguning, dan menguning kecoklatan. Kemudian pada citra padi yang menguning kecoklatan atau siap panen pun juga mempunyai rentang warna yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan jumlah intensitas cahaya yang berbeda-beda pada setiap tempat. Perbandingan hasil dari variasi warna padi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan hasil dari variasi warna padi

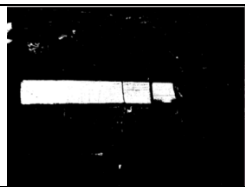

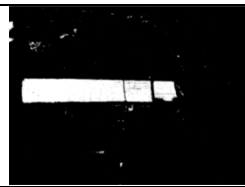






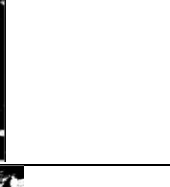






Citra Data Masukan	<i>Threshold Otsu</i>	Deteksi Tepi Sobel	Hasil
			
			
			
			
			
			

Dari data diatas dapat dilihat bahwa pada sistem ini yang dapat dideteksi adalah warna padi yang menguning atau padi yang akan dipanen. Sehingga sawah yang dapat dihitung luasnya yaitu sawah dengan tanaman padi yang menguning atau akan panen. Citra yang dimasukkan yang kemudian akan di deteksi warnanya akan di *threshold* yang kemudian citra akan dibedakan menjadi hitam dan putih yaitu bagian *background* dan *foreground* untuk membedakan bagian yang dideteksi sebagai warna kuning padi dengan yang bukan wilayah yang terdeteksi sebagai warna padi. Pada proses pengolahan citra ini dapat dilihat masih terdapat *noise* yang terdeteksi, hal ini dikarenakan warna kuning merupakan warna yang hampir mendekati warna putih dan pada saat pengambilan data terdapat pantulan dari sinar matahari sehingga dapat mengganggu dalam proses pengolahan citra. Metode yang digunakan adalah metode Otsu dan metode Sobel.

Metode Otsu pada sistem digunakan untuk memaksimalkan nilai ambang atau *thresholding*. Pada penelitian-penelitian yang pernah dilakukan dengan metode Otsu, metode ini digunakan untuk proses dari proses RGB ke proses *grayscale* kemudian proses binersiasi, tetapi pada sistem ini proses yang dilakukan dengan deteksi warna HSV kemudian dilakukan proses *threshold* HSV pada tahap pendeteksian warna dan kemudian melakukan proses *thresholding* kembali dengan metode Otsu. Pada sistem ini penggunaan metode Otsu memanfaatkan pustaka yang terdapat pada pustaka OpenCV. Tabel 2 merupakan gambar dari perbedaan setelah dilakukan *thresholding* HSV kemudian setelah dilakukan *thresholding* Otsu.

Metode Sobel yang digunakan untuk membatasi tepi wilayah yang akan diproses dan dihitung luasnya. Metode ini akan mengurangi *noise* sebelum melakukan deteksi tepi. Pada prosesnya metode ini akan mendeteksi tepi dengan memperhatikan tepi vertical (*gradient Y*) dan horizontal (*gradient X*) objek. Bila *edge* yang ditemukan merupakan sekumpulan piksel signifikan yang membentuk objek image, maka warna piksel tersebut akan di perteras kembali, artinya piksel ini akan di perbesar intensitasnya sehingga warna *edge* ini akan tampak jelas. Keadaan *edge* yang demikian nantinya akan memperlihatkan suatu objek dalam image.

Tabel 2 Perbandingan *threshold HSV* dan *threshold Otsu*

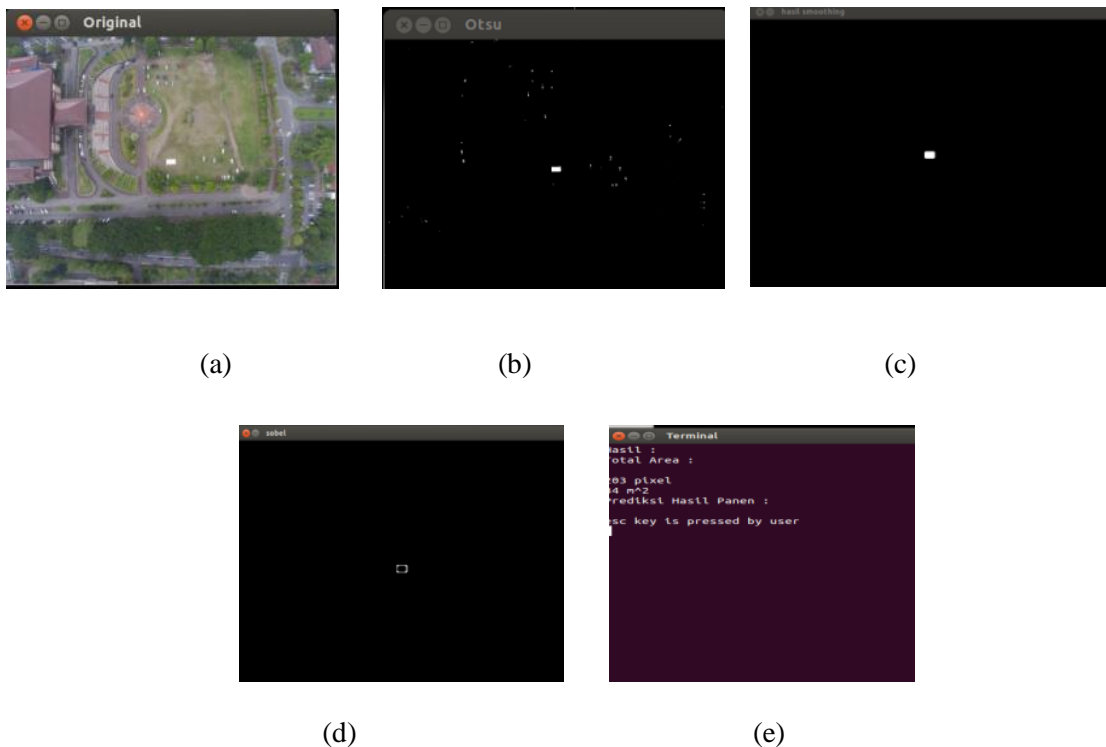
<i>Threshold HSV</i>		<i>Threshold Otsu</i>	
			
			
			
			

Kemudian pada pendeteksian warna kuning padi menggunakan fungsi *inRange* dari pustaka openCV yang menggunakan nilai minimum dan maksimum dari warna HSV kemudian

citra akan berubah menjadi warna hitam dan putih. Warna citra yang masuk pada *range* yang ditentukan akan berwarna putih dan warna citra yang tidak masuk pada *range* tersebut akan berwarna hitam. Sehingga pada proses ini dilakukan dua kali *thresholding* yaitu dengan *thresholding* pada pendeteksian warna dan kemudian *thresholding* dengan metode Otsu. Dari hasil perbandingan *thresholding* di atas tidak dapat dilihat dengan jelas dikarenakan sebelum *threshold* Otsu dilakukan terlebih dahulu proses *thresholding* HSV, akan tetapi dalam hasil perhitungan berbeda selisih beberapa angka. *Thresholding* HSV dilakukan untuk proses pendeteksian warna kuning karena dalam pendeteksian warna ini dari hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti yang lain lebih efektif pendeteksian warna dengan pengolahan warna HSV.

3.2 pengujian akurasi perhitungan prediksi luas dan hasil panen padi


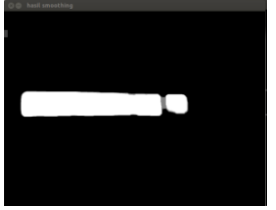

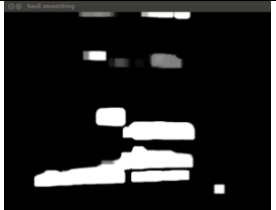

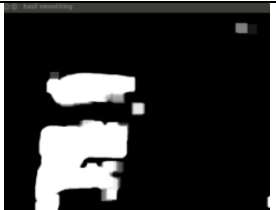

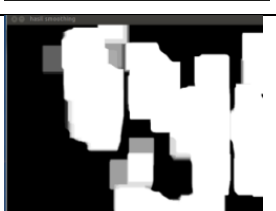
Pengujian akurasi perhitungan prediksi luas hasil panen padi dilakukan dengan membandingkan perhitungan langsung luas sawah yang sebenarnya kemudian dilakukan perhitungan dengan sistem. Perhitungan luas sebenarnya dilakukan dengan cara mengukur tepi sawah menggunakan meteran dan kemudian menghitung seluruh sawah yang mempunyai padi yang berwarna kuning atau siap panen. Kemudian perhitungan dengan sistem yang dibuat adalah dengan memasukkan nama *file* data citra sawah pada terminal kemudian hasil prosesnya akan muncul setelah sistem dijalankan. Hasil perhitungan adalah hasil dari proses perhitungan jumlah piksel yang berwarna putih kemudian dikalikan dengan skala gambar. Skala didapatkan dari hasil perhitungan kalibrasi luas yaitu dengan menghitung hasil sebenarnya dibagi dengan jumlah piksel. Perhitungan kalibrasi ini menggunakan banner yang berwarna putih karena mudah untuk dideteksi. Banner yang digunakan berukuran 8,2 m x 4,26 m. Kemudian nilai kalibrasi dimasukkan dalam program perhitungan. Ketinggian dalam pengambilan foto udara adalah 100 m. Hasil dari proses kalibrasi ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Proses kalibrasi luas (a) Foto asli (b) *threshold* Otsu (c) hasil filtering (d) hasil deteksi tepi (e) hasil perhitungan

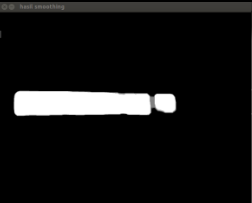
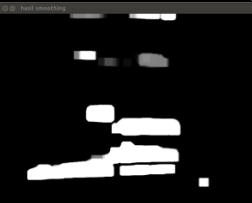


Kemudian data yang digunakan dalam pengujian ini terdapat tiga data yang berhasil dideteksi warna padinya. Data sawah dengan padi yang menguning dari daerah Godean, Sleman. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian perhitungan prediksi luas sawah dan hasil panen

Foto Masukan	Hasil	Perhitungan Manual (m ²)	Perhitungan Sistem (m ²)	Prediksi Hasil Panen (kg)
		7898,85	8150	52160
		4590,04	4990	31936
		6078,04	6377	40812
		7172,51	24965	158048

Perhitungan hasil panen didapatkan dari data rata-rata hasil panen pada bulan Januari sampai dengan April dari Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. Citra sawah yang seharusnya dihitung ditandai dengan garis yang berwarna merah. Perhitungan hasil panen merupakan perkalian antara luas dari perhitungan sistem dengan rata-rata hasil panen pada daerah Sleman pada bulan Januari sampai dengan bulan April. Kemudian dari data diatas, dilanjutkan menghitung error dari hasil perhitungan pada sistem. Tabel 4 merupakan hasil perhitungan error.

Tabel 4 Hasil perhitungan error

Hasil	Perhitungan Manual (m ²)	Perhitungan Sistem (m ²)	$\frac{ perhitungan\ sistem - perhitungan\ manual }{perhitungan\ manual} \times 100\ %$
	7898,85	8150	3,1 %
	4590,04	4990	8,7 %
	6078,04	6377	4,9 %
	7172,51	24965	248 %

Dari hasil perhitungan citra sawah dengan padi yang menguning dengan cara manual dan perhitungan dari sistem didapatkan tingkat error 3,1 %, 8,7 %, 4,9%, dan 248%. Data terakhir mempunyai tingkat error yang tinggi disebabkan karena pada citra sawah terdapat cahaya yang berlebih sehingga saat pendeteksian warna yang seharusnya hanya pada padi yang menguning saja tetapi pada padi yang bewarna hijau terdeteksi menjadi warna kuning.

Kemudian pada perhitungan masih terdapat *error* dikarenakan terdapat sawah yang tertutupi oleh pohon dan terdapat noise yang dikarenakan pada sawah dengan padi yang menguning yang tercampur dengan warna padi yang hijau dan terdeteksi oleh sistem.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan, pengujian dan analisis pada hasil yang diperoleh, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Rentang warna HSV yang digunakan untuk pendeteksian warna kuning padi adalah 16,6 untuk nilai H minimal , 106,4 untuk nilai S minimal, dan 70 untuk nilai V minimal. Kemudian untuk rentang nilai yang maksimal adalah 29,6 untuk H maksimal, 227,8 untuk nilai S maksimal, dan 183 untuk nilai V maksimal, sehingga hasil dari variasi warna padi yang dapat terdeteksi adalah warna padi yang siap panen yaitu dengan warna kuning kecoklatan.

2. Pengumpulan data yang dilakukan adalah mengambil gambar ketinggian yang dibuat sama yaitu 100 meter, dari permukaan tanah, yang kemudian dikalibrasi dengan ketinggian yang sama.
3. Pada pengujian akurasi perhitungan dari empat data yang diambil masih terdapat *error* dalam perhitungan yaitu 3,1 %, 8,7 %, 4,9 %, dan yang terakhir dengan *error* yang tinggi yaitu 248%.
4. Pada perhitungan sistem masih terdapat *error* dikarenakan pada pengambilan data udara terdapat perbedaan cahaya. Pada data yang keempat tingkat *error* yang tinggi dikarenakan terdapat pencahayaan yang berlebih serta terdapat area yang tertutupi oleh pohon.

5. SARAN

Pengembangan lebih lanjut terkait dengan sistem ini, dapat disarankan untuk melakukan hal sebagai berikut:

1. Sistem prediksi luas dan hasil panen ini dapat dikembangkan pada sistem yang *realtime*, sehingga saat pengambilan foto udara dapat diketahui luas wilayah yang diambil.
2. Hendaknya dapat dikembangkan dengan metode yang lain sehingga pengukuran prediksi luas dan hasil panen dapat menjadi lebih akurat dengan *error* yang kecil.
3. Sistem pengukuran luas tidak hanya diterapkan pada sawah saja tetapi dapat untuk menghitung luas wilayah yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PPKI UGM yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bulow, H., dan Birk, A., 2009, *Fast and Robust Photomapping with an Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*, *Engineering and Science*, Jacob Univeristy, Jerman.
- [2] Pratiwi, K., dan Murti, S., H., 2012, Aplikasi Pengolahan Digital Citra Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Lahan Kritis Kasus di Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah, *Jurnal*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [3] Gusa, R., F., 2013, Pengolahan Citra Digital untuk Menghitung Luas Daerah Penambangan Timah, *Jurnal Program Studi Teknik Elektro*, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Bangka Belitung.
- [4] Bosak, K., 2011, *Secret of UAV Photomapping*, Pteryx, Poland.
- [5] Shofiyanti, R., 2011, Teknologi Pesawat Tanpa Awak untuk Pemetaan dan Pemantauan Tanaman dan Lahan Pertanian, *Jurnal*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Lahan.
- [6] Setiyawan, Y., 2013, Purwarupa Sistem Foto Panorama Pada Pesawat Udara Tanpa Awak, *Skripsi*, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [7] Chen, W., Yun Q. S., dan Guorong, X., 2006, *Identifying Computer Graphics Using HSV Color Model and Statistical Moments of Characteristic Functions*, *New Jersey Institute of Technology*, Newark, NJ, USA.
- [8] Hendry, J., 2004, *Optimum Global Thresholding using Otsu's Method*, *EE and IT of UGM*, Indonesia.
- [9] Crisnanto, H., 2011, Pengendalian Kualitas Cairan dalam Botol Berbasis Pengolahan Citra, *Skripsi*, Jurusan Teknik Industri, fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- [10] Yuwono, B., 2010, *Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering, dan Gaussian Filtering*, *Jurnal*, Jurusan Teknik Informatika, UPN “Veteran”, Yogyakarta.