

Analisis Sistem Aplikasi Pengolahan Citra Pada Pertanian Cerdas Untuk Pemantauan Tanaman

Analysis Of Image Processing Application Systems In Smart Agriculture For Plant Monitoring

Supiyandi¹, Mona Donaon², Muhammad Yusuf Azmi³

Program Studi Ilmu Komputer, Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Pembangunan Panca Budi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: supiyandi.mkom@gmail.com, donaonmona@gmail.com, muhammadyusufasmiyusuf@gmail.com.

Abstract. *Smart farming has become a rapidly growing research area with the aim of increasing agricultural productivity and efficiency through advanced technologies. One of the key technologies in smart agriculture is image processing, which enables real-time monitoring and analysis of crop conditions. This article reviews image processing applications in smart agriculture, with a focus on the methods and techniques used for crop monitoring. Image processing methods discussed include pest and disease detection, measuring plant growth, as well as monitoring soil moisture and plant health. Image processing techniques such as convolution-based image analysis (Convolutional Neural Networks/CNNs), image segmentation, and pattern recognition are applied to obtain accurate and relevant information. Case studies and field experiments show that image processing can provide accurate and real-time data, enabling farmers to make more informed and efficient decisions. In conclusion, the application of image processing technology in smart agriculture has great potential to increase crop yields, reduce resource use, and advance sustainable agricultural practices.*

Keywords: *image processing, smart farming, crop monitoring, Convolutional Neural Networks, pest and disease detection, image segmentation, sustainable agriculture.*

Abstrak. Pertanian cerdas telah menjadi area penelitian yang berkembang pesat dengan tujuan meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian melalui teknologi canggih. Salah satu teknologi kunci dalam pertanian cerdas adalah pengolahan citra, yang memungkinkan pemantauan dan analisis kondisi tanaman secara real-time. Artikel ini mengulas aplikasi pengolahan citra dalam pertanian cerdas, dengan fokus pada metode dan teknik yang digunakan untuk pemantauan tanaman. Metode pengolahan citra yang dibahas meliputi deteksi hama dan penyakit, pengukuran pertumbuhan tanaman, serta pemantauan kelembaban tanah dan kesehatan tanaman. Teknik pengolahan citra seperti analisis citra berbasis konvolusi (Convolutional Neural Networks/CNNs), segmentasi citra, dan pengenalan pola diterapkan untuk mendapatkan informasi yang akurat dan relevan. Studi kasus dan eksperimen lapangan menunjukkan bahwa pengolahan citra dapat memberikan data yang akurat dan real-time, memungkinkan petani untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan efisien. Kesimpulannya, penerapan teknologi pengolahan citra dalam pertanian cerdas memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil panen, mengurangi penggunaan sumber daya, dan memajukan praktik pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci: pengolahan citra, pertanian cerdas, pemantauan tanaman, Convolutional Neural Networks, deteksi hama dan penyakit, segmentasi citra, pertanian berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Pertanian adalah sektor penting dalam ekonomi global, yang menyediakan makanan untuk populasi yang terus bertambah. Namun, tantangan seperti perubahan iklim, keterbatasan sumber daya, dan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi produksi menjadi semakin mendesak. Dalam konteks ini, pertanian pintar berperan sebagai solusi inovatif yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dengan menggunakan teknologi canggih.

Pemrosesan gambar adalah teknologi utama dalam pertanian pintar, yang menawarkan berbagai aplikasi untuk pemantauan dan manajemen tanaman. Berkat kemajuan teknologi penginderaan jarak jauh dan analisis citra, petani kini dapat memantau kesehatan tanaman secara real time, mendeteksi hama dan penyakit secara dini, serta mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi.

Teknik pengolahan citra seperti analisis convolutional neural network (CNN), segmentasi citra, dan pengenalan pola memungkinkan data visual diproses dan diinterpretasikan dengan akurasi tinggi. Adopsi teknologi ini di bidang pertanian tidak hanya membantu dalam pemantauan tanaman, tetapi juga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dan efisien.

Penggunaan pemrosesan gambar dalam pertanian cerdas mencakup aplikasi mulai dari pemantauan kesehatan tanaman dan mengukur pertumbuhan tanaman hingga mendeteksi kesehatan tanah. Penelitian dan contoh menunjukkan bahwa teknologi ini dapat memberikan data yang akurat dan relevan, membantu petani mengoptimalkan praktik pertanian mereka.

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara bertahap, secara garis besar ada tiga tahapan yang dilakukan penelitian yaitu; (i) tahapan pra penelitian atau penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan sebelumnya, (ii) tahapan penelitian utama dan (iii) tahapan pengembangan lanjut.

1. Tahapan Pra-Penelitian:

- Kajian pengolahan citra dan machine vision: Dilakukan tinjauan terhadap berbagai penelitian yang berhubungan dengan pemrosesan gambar, jaringan syaraf tiruan, dan teknologi web sebagai dasar pengembangan ilmu pengetahuan dalam inovasi alat monitoring.
- Studi literatur: Meliputi penelitian literatur untuk memperoleh referensi terkait kemajuan teknologi pengolahan citra dan penelitian terbaru dalam kurun waktu tiga hingga lima tahun terakhir.

2. Tahapan Penelitian Utama:

- Kegiatan di laboratorium: Mempersiapkan sistem monitoring berbasis web dengan integrasi machine vision dan webserver. Sistem ini dikembangkan sebagai bagian dari proses pembelajaran sebelum penerapannya di lapangan.

- Konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak: Pengaturan IP-Camera, eksperimen pengambilan gambar, dan konfigurasi jaringan dilakukan untuk memastikan bahwa proses pengambilan gambar sesuai dengan kebutuhan sistem pemantauan

3. Tahapan Pengembangan Lanjut:

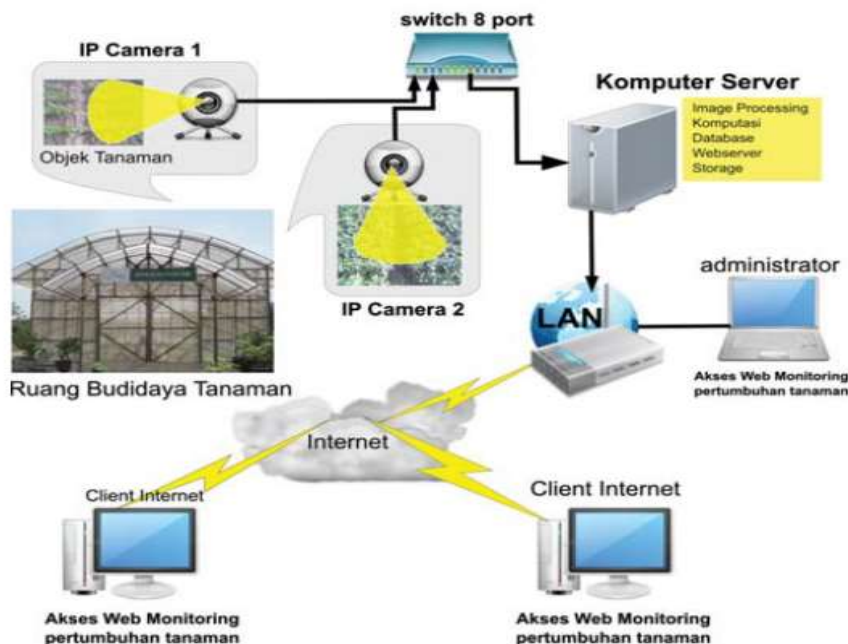
Tahapan ini merupakan lanjutan dari penelitian utama dalam pengembangan sistem pemantauan pertumbuhan tanaman yang menggunakan teknologi machine vision berbasis web.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini adalah aplikasi machine vision sebagai sistem pemantauan berbasis web yang mampu melakukan pengamatan kontinu terhadap pertumbuhan tanaman. Sistem machine vision terdiri dari beberapa fungsi yang saling terkait, beroperasi secara bersamaan untuk mengolah data observasi menjadi informasi yang ditampilkan kepada pengguna melalui platform web. Pembahasan difokuskan pada tiga aspek utama: pemasangan infrastruktur peralatan machine vision, dan pengembangan pengolahan citra untuk meningkatkan kinerja unit pemantauan pertumbuhan tanaman secara menyeluruh. Rincian penjelasannya adalah sebagai berikut:

3.1. INSTALASI INFRASTRUKTUR *WEB BASED MACHINE VISION*

Perangkat keras dan perangkat lunak digabungkan untuk membentuk sistem yang berfungsi sesuai dengan kebutuhan aplikasi pemantauan web. Infrastruktur machine vision berbasis web dapat dilihat dalam Gambar 1, yang menjelaskan bagaimana komponen-komponen tersebut berinteraksi untuk mendukung fungsi utama sistem monitoring.



Gambar 1. Instalasi infrastruktur *web based machine vision*

Pengambilan gambar digital dilakukan menggunakan IP-camera yang terhubung melalui kabel UTP dan switch/hub 8 port, dengan konektor RJ-45. Penggunaan kabel UTP umumnya digunakan untuk koneksi internet dan jaringan komputer, dan memiliki fleksibilitas tinggi dalam pengembangan selanjutnya serta memungkinkan penambahan perangkat untuk memperluas area pemantauan. Data berupa gambar hasil tangkapan dari IP-camera disimpan secara otomatis dalam server dengan pengatur waktu untuk proses pengolahan citra lebih lanjut. Komputer server berperan sebagai pengolah data utama dan sebagai webserver, menyediakan layanan web yang dapat diakses oleh klien untuk menampilkan data hasil pengolahan citra baik secara lokal (intranet) maupun melalui internet

3.2 PENGEMBANGAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Proses pengolahan citra digunakan untuk mendapatkan informasi pertumbuhan tanaman mulai dari proses pengambilan citra melalui perangkat *IP-Camera* sampai dengan diolah menjadi *image* biner untuk mendapatkan prosentase pemisahan tanaman dan non-tanaman. Rincian hasil kegiatan pertahapan adalah sebagai berikut:

- a) Pengaturan waktu pengambilan citra secara terjadwal

Proses pengambilan gambar dilakukan secara otomatis dengan memodifikasi fitur bawaan dari IP-Camera Panasonic BL-C1. Secara default, saat IP-Camera diakses melalui

browser, tampilannya berupa halaman web dengan tipe ASP (Active Server Page). Karena sudah berbentuk halaman web, proses pengambilan gambar dapat dilakukan dengan mengakses alamat IP-Camera tersebut melalui URL, dan kemudian dapat diotomatisasi dengan menambahkan script timer pada program komputasi Matlab. Pengambilan gambar dijadwalkan setiap 3 kali sehari, yaitu pada pagi (09:00), siang (14:00), dan sore (17:00).

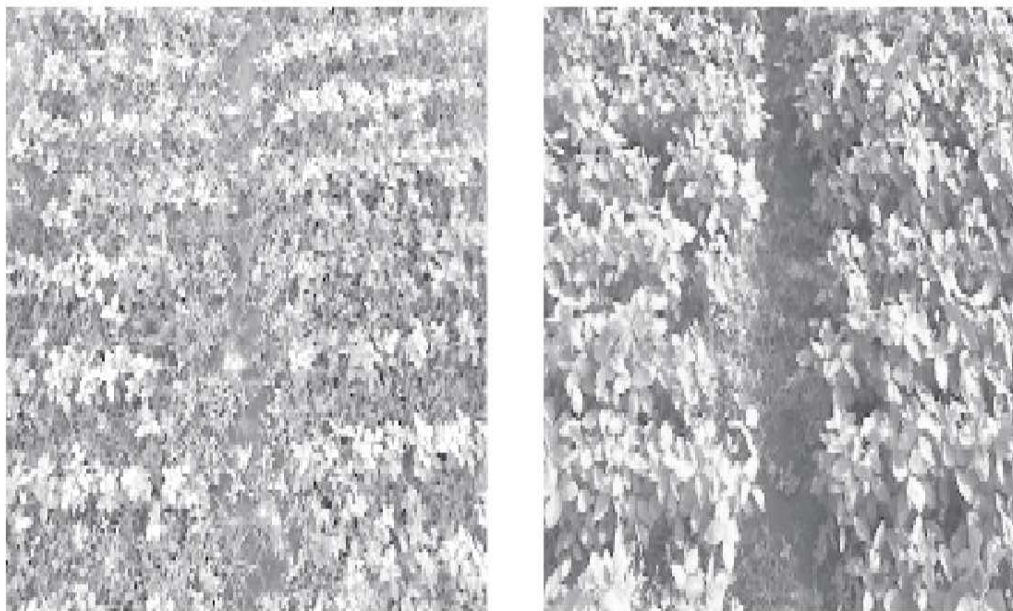
Hasil gambar disimpan dalam server dengan penamaan file yang mencerminkan waktu pengambilan gambar, hal ini untuk memudahkan identifikasi pada saat tahap pengolahan gambar selanjutnya, seperti perhitungan persentase dan pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh, gambar yang diambil pada tahapan ini masih berupa data gambar mentah yang diambil pada 15 dan 30 hari setelah tanam (hst), seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



(a.) 15 hst

(b.) 30 hst

Gambar 3. Citra mentah tanamana jagung



(a) 15 hst

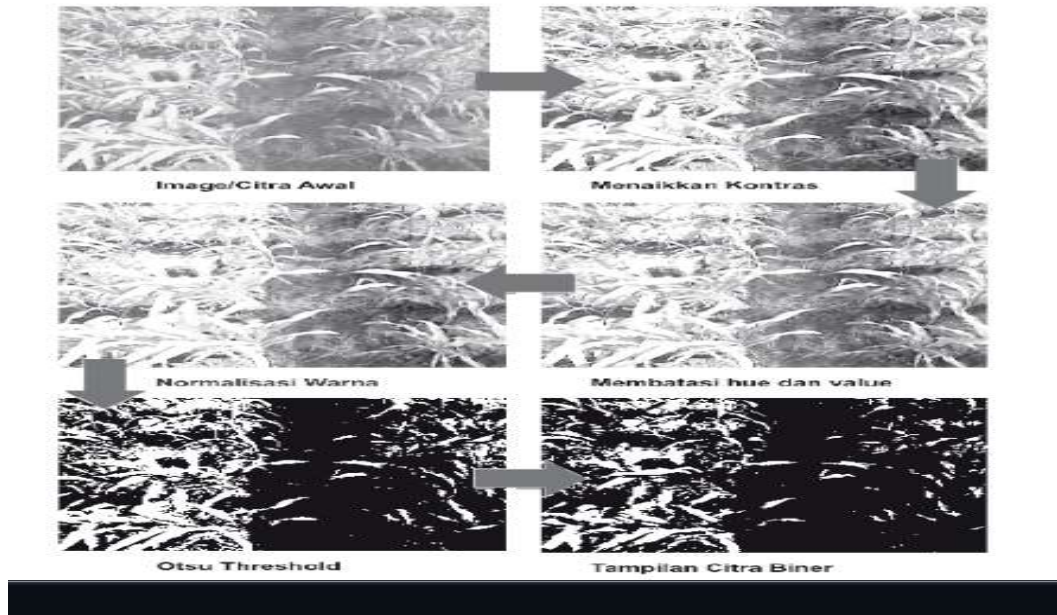
(b) 30 hst

Gambar 4. Citra mentah tanaman kedelai

b) Pengolahan citra dan perhitungan luas citra pertumbuhan tanaman

Algoritma pengolahan citra dalam penelitian ini menggabungkan pendekatan kelebihan hijau dan metode Otsu. Kelebihan hijau digunakan untuk memisahkan tanaman dari latar belakang (tanah), sementara metode Otsu digunakan untuk mengubah citra menjadi citra biner dengan menetapkan ambang nilai (threshold). Pengambilan gambar di luar ruangan sering kali menghadapi tantangan ketidakseragaman pencahayaan, oleh karena itu dilakukan filtering menggunakan filter HSV (hue, saturation, value) untuk meratakan citra dalam bentuk ruang warna HSV. Tahap-tahap pengolahan citra ini diuraikan dalam Gambar 4.

Proses dimulai dengan penyesuaian kecerahan citra dengan meningkatkan kontras, diikuti dengan pengendalian efek pencahayaan matahari melalui konversi ke ruang warna HSV dengan menetapkan batas hue dan value. Normalisasi pada tahap ini melibatkan penggunaan indeks kelebihan hijau (ExG) untuk mengidentifikasi dan memisahkan tanaman dari latar belakang. Langkah berikutnya adalah segmentasi warna hijau dari warna non-hijau menggunakan metode Otsu dengan menetapkan ambang batas untuk indeks warna hijau. Hasil akhir adalah citra biner yang dapat digunakan untuk menghitung persentase pertumbuhan luas tanaman, dengan nilai 1 untuk area hijau dan nilai 0 untuk area non-hijau. Hasil pengolahan citra disimpan di server dengan referensi yang tercatat dalam basis data untuk ditampilkan pada platform web sebagai bagian dari proses pengolahan citra.



Gambar 4. Tahapan pengolahan citra

c) Prosentase pertumbuhan tanaman

Prosentase pertumbuhan tanaman dihitung berdasarkan perbandingan antara area hijau (1) dan area non-hijau (0) dari hasil analisis citra biner dalam proses pengolahan citra. Proses ini digunakan untuk memantau perkembangan tanaman dari hari ke hari, dimulai dari 10 hari pertama hingga waktu panen (+70 hari). Prosentase ini dinyatakan dalam angka numerik yang menggambarkan perbandingan area yang berwarna hijau terhadap luas total citra (480x640 piksel), yang dihitung dengan rumus berikut:

Hasil prosentase luas tanaman disimpan dalam basis data MySQL sebagai input data yang kemudian dapat diambil kembali untuk ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel pertumbuhan tanaman pada halaman web.

4. KESIMPULAN

Studi tentang aplikasi sistem pengolahan citra dalam pertanian cerdas untuk monitoring pertumbuhan tanaman berbasis web menggunakan machine vision telah berhasil mengembangkan sebuah prototipe. Prototipe ini mampu melakukan fungsi monitoring pertumbuhan tanaman secara otomatis dan dapat diakses melalui jaringan lokal (intranet) maupun internet. Kinerja prototipe ini telah teruji dengan tingkat keberhasilan mencapai 70%, dengan tingkat akurasi yang sangat dipengaruhi oleh kualitas hasil tangkapan citra dari kamera di lapangan dan kondisi pencahayaan matahari.

5. DAFTAR PUSTAKA

Bigun, J. (2006). *Vision with Direction: a Systematic Introduction to Image Processing and Computer Vision*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Germany.

Day, W. (1991). *Computer Applications in Agriculture and Horticulture: a View*, IFAC Mathematical and Control Applications in Agriculture and Horticulture. Matsuyama, Japan

Gonzalez, R.C. dan Richard, E.W. (2004). *Digital Image Processing with Matlab*. Addison Wesley. UK.

Jayas, D.S., Paliwal, J., dan Visen, N.S. (2000). Multi-layer neural networks for image analysis of agricultural products. *Journal of Agricultural Engineering Resources* 77: 119-128.

Mayer, G.E. dan Neto, C. (2008). Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications. *Computer and Electronics in Agriculture* 63: 282-293.

Morimoto, T., Hatao, K. dan Hashimoto, Y. (1996). Intelligent control for plant production. *Journal of Control Engineering Practice* 4: 773-784.