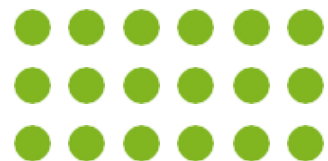


Integration of Fertilization Drone Strategy and Multispectral Drones to Improve Fertilization Efficiency and Increase Palm Oil Production

Project Leader :
Khusniatul Ainiyah

Team Project :
Raul Javier De Young



PROJECT PURPOSE



Salah satu tantangan utama dalam perkebunan kelapa sawit skala besar adalah manajemen pemupukan yang presisi untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan oil content. Pemupukan yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, inefisiensi biaya, serta dampak lingkungan negatif akibat penggunaan pupuk berlebih. efektivitas pemupukan presisi dapat lebih ditingkatkan dengan integrasi multispectral drones (drone multispektral) yang mampu memetakan kesehatan tanaman

Tujuan dari proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi pemupukan dengan menerapkan pupuk hanya pada area yang membutuhkan.
2. Mengurangi biaya operasional dan limbah pupuk, dibandingkan dengan metode pemupukan konvensional.
3. Mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan oil content melalui manajemen nutrisi yang berbasis data geospasial.
4. Meminimalkan dampak lingkungan dengan mengurangi penggunaan pupuk secara berlebihan yang dapat mencemari air dan tanah.



PROJECT JUSTIFICATION

Research Roadmap

Paper yang menjadi referensi untuk proposal ini adalah:

<https://www.mdpi.com/1424-8220/20/2/435>

- Pada penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan tanaman yang menggunakan citra multispektral untuk menganalisis status pemupukan tanaman tomat pada tahap awal pertumbuhannya. Mengevaluasi efektivitas berbagai tingkat pupuk organik terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman.

Current Research Stage

Berdasarkan wawasan dari paper referensi, penelitian saat ini berfokus pada :

- Sistem pemantauan tanaman menggunakan citra multispektral telah dikembangkan dan diuji dalam kondisi rumah kaca untuk menganalisis status pemupukan tanaman tomat.
- Data citra multispektral telah dikumpulkan secara berkala (mingguan) selama periode percobaan, dengan fokus pada berbagai perlakuan pemupukan organik.
- mengenai implikasi temuan untuk praktik pertanian presisi dan keberlanjutan telah dimulai, dengan penekanan pada pentingnya pemupukan yang tepat dan efisien.



sensors



Article

Monitoring Plant Status and Fertilization Strategy through Multispectral Images

Matheus Cardim Ferreira Lima ^{1,2,*}, Anne Krus ³, Constantino Valero ³, Antonio Barrientos ⁴, Jaime del Cerro ⁴ and Juan Jesús Roldán-Gómez ^{4,5}

¹ Department of Agroforest Ecosystems, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia, 46022 Valencia, Spain

² Research and Extension Unit (AGDR), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 00153 Rome, Italy

³ Department of Agroforest Engineering, ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain; a.m.krus@upm.es (A.K.); constantino.valero@upm.es (C.V.)

⁴ Centre for Automation and Robotics (CSIC-UPM), 28006 Madrid, Spain; antonio.barrientos@upm.es (A.B.); j.cerro@upm.es (J.d.C.); jj.roldan@upm.es or juan.roldan@uam.es (J.J.R.-G.)

⁵ Department of Computer Engineering, Higher Polytechnic School, Autonomous University of Madrid (UAM), 28049 Madrid, Spain

* Correspondence: matheus.lima@fao.org



PROJECT JUSTIFICATION



Next Research Step

1. Mengembangkan dan mengimplemtentasikan metode yang sudah ada menggunakan tanaman kelapa sawit.
2. Melakukan otomatisasi dan integrasi drone multispektral untuk memantau kesehatan tanaman secara real-time, kemudian menggunakan drone pemupukan untuk secara presisi menerapkan pupuk pada area kelapa sawit yang teridentifikasi kurang sehat, guna meningkatkan efisiensi pemupukan dan optimasi pertumbuhan tanaman.

State of The Art

Kemajuan dalam teknologi penginderaan jauh dan kecerdasan buatan telah mengubah cara pemantauan tanaman dilakukan. Beberapa pendekatan terkini dalam penelitian dan industri meliputi:

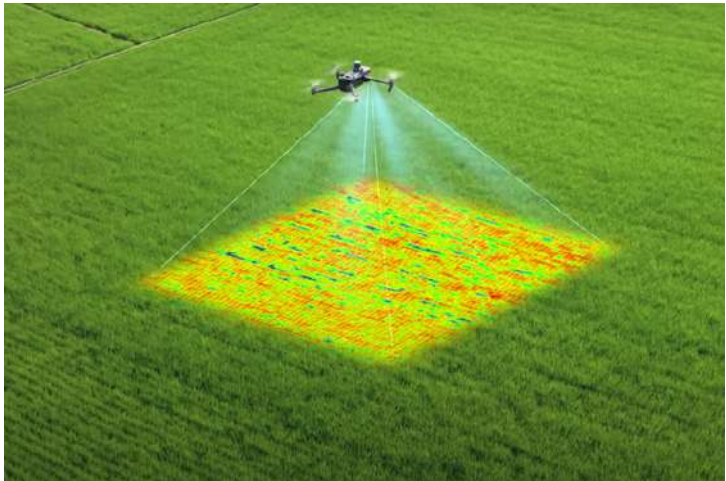
1. Penggunaan UAV Multispektral: UAV yang dilengkapi sensor multispektral dapat menangkap spektrum cahaya yang tidak terlihat oleh mata manusia, memungkinkan deteksi dini terhadap stres tanaman dan defisiensi nutrisi.
2. Deep Learning untuk Analisis Citra Tanaman: Model seperti Convolutional Neural Networks (CNN) telah digunakan untuk klasifikasi vegetasi, deteksi penyakit, dan segmentasi daun dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional.
3. Integrasi Vegetasi Indeks (NDVI, PRI, OSAVI): Indeks vegetasi digunakan untuk mengukur kesehatan tanaman berdasarkan reflektansi spektral yang dikorelasikan dengan klorofil dan aktivitas fotosintesis.
4. Validasi dengan Data Fisiologis: Kombinasi penginderaan jauh dengan alat seperti Li-Cor 600 dan Spectrometer L-180 memungkinkan pengukuran langsung parameter fotosintesis dan PPFD, memberikan akurasi lebih tinggi dalam pemantauan stres tanaman.
5. Penelitian ini mengadopsi keunggulan dari pendekatan terkini dan mengembangkan model yang lebih adaptif untuk diterapkan dalam skala luas pada perkebunan kelapa sawit.



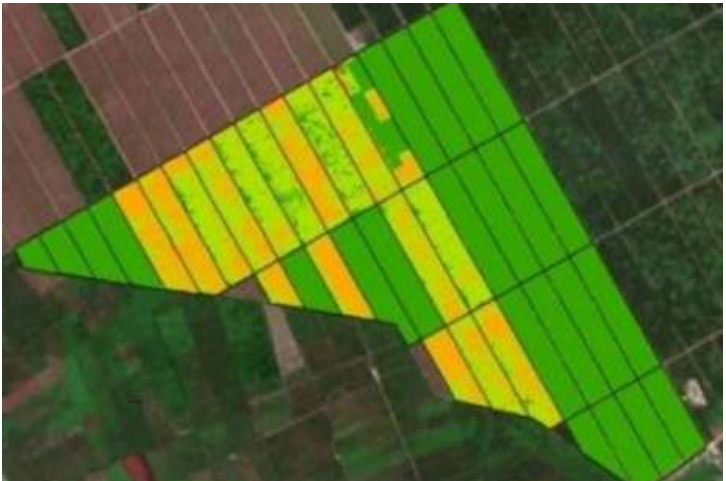
GRANT CHART PROJECT



Pemetaan Area Perkebunan Sawit



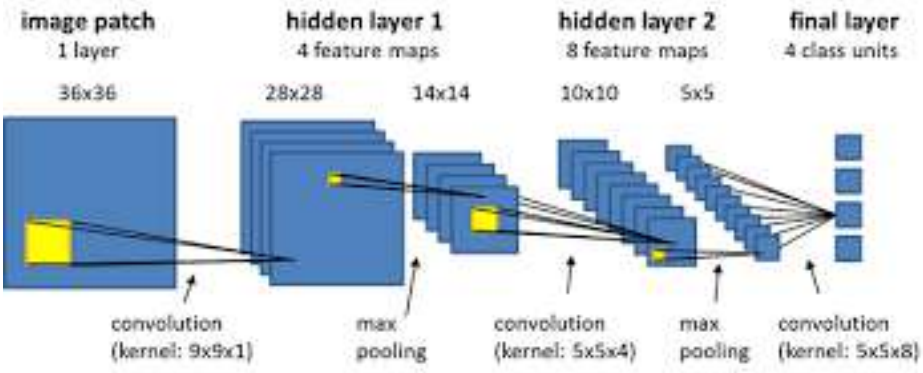
Penerbangan drone Multispectral untuk mengamati kondisi kesehatan sawit



Analisis data NDVI, PRI, OSAVI, RENDVI, GNDVI, IR.



Analisis data kandungan klorofil, laju fotosintesis, NPQ, CO₂ assimilation, stomatal conductance, PPFD



Membangun model CNN



Malakukan pemupukan untuk area yang kurang sehat



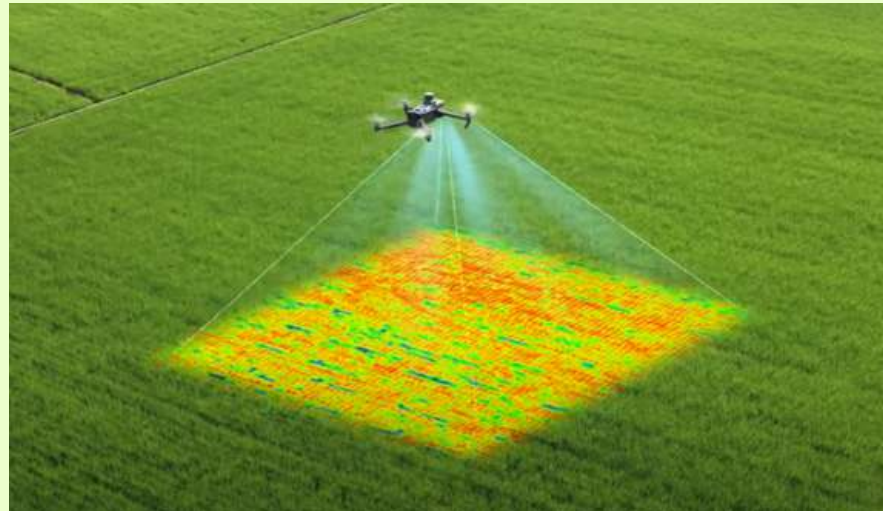
Validasi Tanaman yang sehat dan tidak sehat



Hasil pemupukan yang dilakukan secara presisi diharapkan dapat meningkatkan kesehatan tanaman kelapa sawit, sehingga tanaman dapat tumbuh optimal, Analisis Dan Evaluasi agar pemupukan lebih efisien



METHODOLOGY



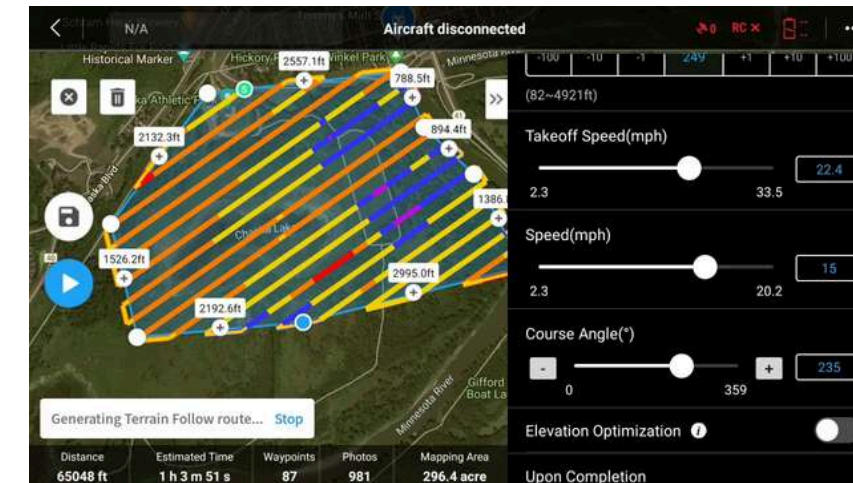
Drone Multispectral Data

Drone Multispektral dalam penelitian ini digunakan untuk menganalisis nilai NDVI pada tanaman sawit untuk melihat tingkat kesehatan tanaman secara realtime



Ground Data Validation

Memastikan bahwa diarea tersebut terdapat tanaman sawit yang kurang sehat



Data Integration

Pada tahap data integrasi ini dilakukan penggabungan data hasil drone multispectral yang selanjutnya dilakukan pemupukan oleh drone pemupuk



Machine Learning

Pada tahap Machine Learning ini dilakukan pelatihan model prediktif menggunakan pembelajaran terawasi CNN untuk mengklasifikasikan tingkat Kesehatan tanaman berdasarkan nilai NDVI

BIG PICTURE PROJECT

Pengumpulan Data & Pengembangan Model Awal

Fase 1 - Akuisisi Data

Mengumpulkan data dari Sentinel-2 Satellite untuk pemetaan awal, UAV-Multispektral (DJI M350 dan Multispectral payload) untuk pencitraan kanopi, serta Li-Cor 600 dan Spectrometer L-180 untuk mengukur fotosintesis dan irradiance.

Fase 2 - Pengolahan Data & Pengembangan Model Awal

Ekstraksi NDVI, PRI, OSAVI, RENDVI dari UAV, segmentasi vegetasi dengan deep learning, serta integrasi data fisiologis untuk validasi stres tanaman.

Fase 3 - Optimasi Model & Validasi

Melatih CNN, XGBoost, dan Random Forest, memilih fitur paling signifikan, serta menguji model di berbagai kondisi lingkungan untuk meningkatkan akurasi prediksi stres tanaman.

Pengujian Model

Fase 4 - Implementasi Skala Luas & Pemetaan Risiko

Menghasilkan peta risiko spasial resolusi tinggi, mengintegrasikan model dengan precision agriculture, serta mengembangkan sistem otomatis berbasis AI.

Fase 5 - Pengujian Generalisasi Model

Menguji model di berbagai lokasi dengan karakteristik lingkungan berbeda untuk meningkatkan keandalan dan adaptabilitasnya.

Fase 6 - Integrasi dengan Sistem Manajemen

Perkebunan

Menghubungkan sistem AI dengan Decision Support System (DSS), visualisasi dalam dashboard GIS, serta mengembangkan fitur notifikasi dini.

Penerapan & Implementasi Skala Besar

Fase 7 - Implementasi Skala Besar & Penerapan Model

Menerapkan model dalam infrastruktur cloud, memantau perkebunan skala besar secara real-time, serta mengoptimalkan strategi agronomi berbasis data.

Fase 8 - Pemantauan Jangka Panjang & Peningkatan Adaptif

Melakukan analisis tren jangka panjang, pembaruan model secara berkala, serta mengembangkan sistem prediksi stres tanaman berbasis cuaca.

RINCIAN KEBUTUHAN BIAYA

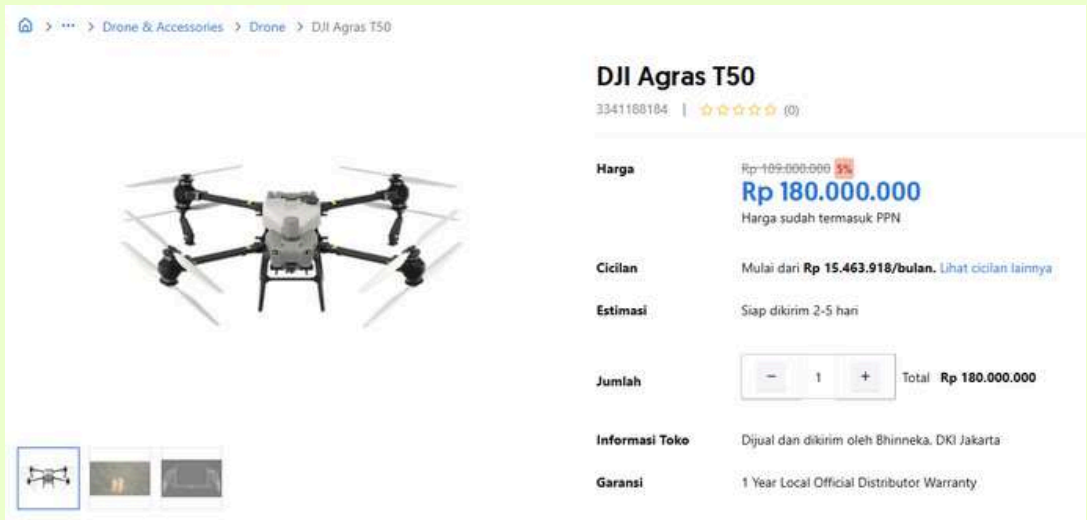


Drone DJI Matrice 350 RTK



+ - Rp 290.000.000

DJI Agras T50



+ - Rp 180.000.000

Multispektral Camera



+ - Rp 246.000.000



TARGET OUTPUT

Efisiensi Pemupukan yang Lebih Tinggi

- ◆ **Pemupukan Presisi:**
 - Drone multispektral menganalisis kesehatan tanaman melalui indeks vegetasi (NDVI, klorofil, dll.).
 - Berdasarkan data tersebut, drone pemupukan secara otomatis menebarkan pupuk hanya di area yang membutuhkan, menghindari pemborosan dan over-fertilization.
- ◆ **Optimasi Dosis Pupuk:**
 - Drone pemupukan dapat mengatur jumlah pupuk berdasarkan tingkat defisiensi nutrisi pada tanaman, memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang tepat sesuai kebutuhannya.

Peningkatan Produksi dan Oil Content

- ◆ **Tanaman Lebih Sehat dan Produktif:**
 - Dengan pemupukan yang lebih terarah dan efisien, tanaman kelapa sawit memiliki nutrisi optimal untuk tumbuh lebih sehat dan lebih cepat.
 - Tanaman yang sehat berkontribusi pada peningkatan fruit set, ukuran tandan buah, dan kandungan minyak (oil content) dalam mesokarp.
- ◆ **Mencegah Penurunan Produktivitas Akibat Defisiensi Nutrisi:**
 - Deteksi dini defisiensi nutrisi melalui drone multispektral membantu mengatasi masalah sebelum dampaknya meluas, mencegah penurunan hasil panen.

Penghematan Biaya dan Sumber Daya

- ◆ **Efisiensi Penggunaan Pupuk:**
 - Mengurangi pemakaian pupuk secara berlebihan, sehingga menekan biaya operasional.
 - Menghindari kerugian akibat pemupukan yang tidak tepat sasaran.
- ◆ **Mengurangi Penggunaan Tenaga Kerja Manual:**
 - Pemupukan dengan drone mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, yang sering kali mahal dan membutuhkan banyak waktu.
 - Drone dapat bekerja lebih cepat dan akurat dibandingkan metode manual.

TARGET OUTPUT

Pemantauan dan Manajemen Perkebunan yang Lebih Akurat

- ◆ **Pemetaan Kesehatan Tanaman Secara Berkala:**
 - Dengan pemantauan drone multispektral, kondisi tanaman dapat dimonitor secara rutin, memungkinkan deteksi dini gangguan seperti stres air, defisiensi nutrisi, atau serangan hama dan penyakit.
- ◆ **Analisis Data untuk Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik:**
 - Data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk perencanaan pemupukan jangka panjang, membantu pengelola perkebunan dalam mengatur strategi pemupukan berdasarkan tren kesehatan tanaman.

Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan

- ◆ **Mengurangi Dampak Lingkungan Akibat Over-Fertilization:**
 - Pemupukan presisi membantu menghindari pencemaran tanah dan air akibat penggunaan pupuk yang berlebihan.
 - Mengurangi emisi karbon dari alat berat yang biasanya digunakan untuk pemupukan manual.
- ◆ **Mendukung Konsep Smart Agriculture:**
 - Integrasi drone multispektral dan drone pemupukan adalah bagian dari pertanian presisi, yang berfokus pada efisiensi sumber daya dan peningkatan produktivitas dengan dampak lingkungan yang minimal.

Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

