

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK PREDIKSI NUTRISI
TANAMAN KELAPA SAWIT BERDASARKAN REFLEKTANSI
MULTISPEKTRAL PADA CITRA SATELIT**

PRAKTIK KERJA LAPANGAN



**UNIVERSITAS
MA CHUNG**

MICHAEL HADISAPUTRA ARIYANTO

311810021

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS MA CHUNG

MALANG

2021

LEMBAR PENGESAHAN
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

**IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK PREDIKSI NUTRISI
TANAMAN KELAPA SAWIT BERDASARKAN REFLEKTANSI
MULTISPEKTRAL PADA CITRA SATELIT**

Oleh:

Michael Hadisaputra Ariyanto

311810021

dari

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS MA CHUNG

Dosen Pembimbing

Dr. Kestrilia Rega Prilianti, M.Si

NIP. 20120035

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



KATA PENGANTAR

Puji Syukur dipanjangkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas dan laporan Praktik Kerja Lapangan dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan laporan dibuat untuk menjelaskan bahwa hasil pengerjaan Praktik Kerja Lapangan dengan judul “Implementasi *Deep learning* Untuk Prediksi Nutrisi Tanaman Kelapa Sawit Berdasarkan Reflektansi Multispektral pada Citra Satelit” telah selesai dilaksanakan.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa hormat dan terima kasih atas waktu, tenaga dan bantuan yang diberikan kepada semua pihak yang sudah membantu penulis dalam proses pembuatan Praktik Kerja Lapangan ini. Ucapan terima kasih ini juga saya ucapkan kepada:

1. Ibu Dr.Kestrilia Rega Prilianti, M.Si., Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi serta dosen pembimbing dalam pengerjaan proyek Praktik Kerja Lapangan,
2. Bapak Hendry Setiawan, ST., M. Kom., Selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas Ma Chung,
3. Orang tua terkasih yang selalu mendukung penulis dan memberikan semangat untuk menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan,
4. Dan teman-teman yang sudah membantu dalam pengerjaan Praktik Kerja Lapangan ini.

Praktik Kerja Lapangan ini adalah mata kuliah wajib yang ditempuh oleh Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Ma Chung Malang sebagai salah satu persyaratan kelulusan.

Malang, 4 Januari 2021

Michael Hadisaputra Ariyanto
311810021

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan.....	4
1.6 Manfaat.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	5
2.1 Program Studi Teknik Informatika Universitas Ma Chung	5
2.2 Roadmap Penelitian Bidang <i>Precision Agriculture</i>	6
BAB III KAJIAN PUSTAKA	10
3.1 Penelitian Terdahulu	10
3.2 Arcgis Pro.....	10
3.3 Deep Learning	11
3.4 Python.....	12
3.5 Keras.....	13
3.6 <i>Google Colaboratory</i>	14
3.7 Citra Satelit.....	15
3.8 Reflektansi Multispektral	16
3.9 Metric Error.....	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Proses Pengerjaan.....	18
4.2 Studi Literatur	18
4.3 Pengumpulan data	19
4.3.1 Pengumpulan Data Jurnal.....	19
4.3.2 Dataset Lokasi Kebun Kelapa Sawit.....	19
4.3.3 Dataset Satelit.....	22
4.4 Pengolahan Data.....	22
4.4.1 Implementasi Deep Learning untuk prediksi unsur N	23
4.4.2 Implementasi Deep Learning untuk prediksi unsur P	26
4.4.3 Implementasi Deep Learning untuk prediksi unsur K	28
4.5 Proses Pengujian	30
4.6 Interpretasi Hasil	30
4.6.1 Hasil Model <i>Artificial Neural Network(ANN)</i> pada Model N.....	30
4.6.2 Hasil Model <i>Artificial Neural Network(ANN)</i> pada Model P	32
4.6.3 Hasil Model <i>Artificial Neural Network(ANN)</i> pada Model K.....	34
4.7 Perbandingan hasil prediksi N, P dan K dari model regresi dan <i>Artificial Neural Network</i>	36
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42
Lampiran 1.Dataset Kelapa Sawit	42
Lampiran 2.Dataset Pengolahan Data.....	45
Lampiran 3.Hasil Prediksi N	50
Lampiran 4.Hasil Prediksi P	51

Lampiran 5.Hasil Prediksi K	52
Lampiran 6.Coding Prediksi N	53
Lampiran 7.Coding Prediksi P	56
Lampiran 8.Coding Prediksi P	59
Lampiran 9.Biodata Mahasiswa	62
Lampiran 10.Surat Pengajuan PKL	63
Lampiran 11.Form Pendaftaran MBKM.....	64
Lampiran 12.Form Kontrak Kegiatan MBKM	65
Lampiran 13.Form Bimbingan dengan Dosen Pembimbing	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tiga Tema Unggulan Penelitian Program Studi Teknik Informatika	8
Gambar 2. 2 Peta Jalan Penelitian Precision Agriculture di UMC	8
Gambar 3. 1 Logo Arcgis Pro	11
Gambar 3. 2 Konfigurasi sederhana algoritma ANN.....	11
Gambar 3. 3 Logo Python.....	13
Gambar 3. 4 Logo Keras	14
Gambar 3. 5 Logo Google colaboratory	14
Gambar 3. 6 Contoh citra satelit RGB Sentinel-2.....	15
Gambar 4. 1 Lokasi Sampel Kelapa Sawit Studi Area IPC-Cargill	20
Gambar 4. 2 Lokasi Sampel Kelapa Sawit PTPN 6 KCD 209	21
Gambar 4. 3 Lokasi Sampel Kelapa Sawit PTPN 6 KCD 308	21
Gambar 4. 4 Lokasi Sampel Kelapa Sawit PTPN 6 KCD 203	22
Gambar 4. 6 Model Deep Learning Artificial Neural Network(ANN) Model N .	25
Gambar 4. 7 Model Deep Learning Artificial Neural Network(ANN) Model P ..	27
Gambar 4. 8 Model Deep Learning Artificial Neural Network(ANN) Model K .	29
Gambar 4. 9 Grafik Mean Absolute Error untuk Model N.....	31
Gambar 4. 10 Grafik Mean Square Error untuk Model N	31
Gambar 4. 11 Hasil Prediksi dan Hasil Asli	32
Gambar 4. 12 Grafik Mean Absolute Error untuk Model P.....	33
Gambar 4. 13 Grafik Mean Square Error untuk Model P	33
Gambar 4. 14 Hasil Prediksi dan Hasil Asli	34
Gambar 4. 15 Grafik Mean Absolute Error untuk Model K	35
Gambar 4. 16 Grafik Mean Square Error untuk Model K	35
Gambar 4. 17 Hasil Prediksi dan Hasil Asli	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Peta Jalan(Roadmap) Penelitian Kelompok Riset Precision Agriculture	9
Tabel 3. 1 Band pada Citra Sentinel-2	16
Tabel 3. 2 Reflektansi Multispektral pada Sentinel 2	16
Tabel 4. 1 Cuplikan Tabel Titik Tanaman Kelapa Sawit beserta Nutrisi hasil laboratorium	20
Tabel 4. 2 Band pada Citra Sentinel-2	23
Tabel 4. 3 Contoh Hasil Pengolahan Data	23
Tabel 4. 4 Tabel Cuplikan Prediksi N	32
Tabel 4. 5 Tabel Cuplikan Prediksi P	34
Tabel 4. 6 Tabel Cuplikan Prediksi K	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Indonesia merupakan penghasil kelapa sawit terbesar di dunia, kelapa sawit sendiri telah membuka lapangan pekerjaan bagi 16 juta tenaga kerja. Selain itu tanaman kelapa sawit merupakan komoditas utama dalam ekspor. Volume ekspor dan harga komoditas andalan dari Indonesia sendiri sedang mengalami peningkatan seperti untuk CPO(minyak kelapa sawit) mengalami peningkatan sebesar 6,85%. Kelapa sawit sendiri memiliki sifat tahan oksidasi dan memiliki kemampuan melarutkan bahan kimia yang tidak larut oleh bahan pelarut lainnya. Pada tahun 2018, luas areal perkebunan kelapa sawit sebesar 14,33 juta hektar dengan produksi mencapai 42,9 juta ton. Selanjutnya diperkirakan pada tahun 2019, luas areal perkebunan kelapa sawit meningkat sebesar 1,88 persen menjadi 14,60 juta hektar dengan peningkatan produksi CPO sebesar 12,92 persen menjadi 48,42 juta ton. (Badan Pusat Statistik, 2019)

Kunci untuk mendapatkan hasil produksi yang tinggi dan efisien untuk tanaman kelapa sawit adalah pengelolaan pemupukan yang baik. Keuntungan dari pemupukan yang dilakukan dengan baik tidak hanya untuk menjaga kelapa sawit agar sehat tetapi juga memberikan ketahanan agar kelapa sawit dapat bertahan dalam waktu yang lama. (Goh, et al., 1998) Berdasarkan penjelasan Goh et al, salah satu step yang terpenting dalam melakukan pemupukan yaitu mencari tahu nutrisi yang diperlukan bagi tanaman untuk tumbuh. Metode untuk mencari tahu nutrisi dari tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan *Multispectral satellite imagery* (Rendana, et al., 2015). Dengan menggunakan metode penginderaan jauh menggunakan citra satelit prediksi nutrisi pada tanaman kelapa sawit dapat dilakukan dengan cepat dan aman digunakan karena tidak merusak tanaman kelapa sawit yang ada.

Artificial Intelligence(AI) merupakan salah satu kemampuan dari komputer atau robot yang seharusnya dilakukan oleh manusia. Dengan adanya AI sekarang manusia tidak perlu melakukan hal-hal yang mudah, contohnya sekarang saja banyak pertanian yang menggunakan *precision agriculture* seperti menyiram tanaman pada waktu yang telah ditentukan. Sekarang ini AI berkembang dengan pesat, salah satunya yaitu AI *Deep Learning*. *Deep Learning* merupakan salah satu kecerdasan buatan yang dibuat agar komputer atau robot dapat bekerja seperti manusia. *Deep learning* ini merupakan otak dibalik kepintaran AI.

Citra satelit yang akan digunakan yaitu citra yang diperoleh dari satelit sentinel-2, citra satelit sentinel-2 digunakan karena data citra dapat diperoleh tanpa perlu mengeluarkan biaya. Sentinel-2 satelit pertama kali diluncurkan pada tahun 2015 dan merupakan bagian dari *European Space Agency's Copernicus* program yang bekerja sama dengan *European Comission*. Sentinel-2 merupakan citra dengan resolusi tinggi dengan swath yang lebar. (ESA., 2015) Sentinel 2 akan melakukan *revisit* pada tempat yang sama setiap 10 hari, sentinel-2 sendiri dapat digunakan pada kajian-kajian monitoring tutupan lahan, vegetasi, tanah dan air. Sentinel-2 terdiri dari 13 band spektral.

Multispectral satellite imagery merupakan salah satu metode yang aman untuk digunakan dikarenakan nutrisi dari tanaman akan dihitung menggunakan penginderaan jarak jauh menggunakan satelit. *Multispectral satellite imagery* ini sendiri bekerja dengan melakukan produksi dari sensor yang memantulkan energi dan menghasilkan beberapa bagian spesifik band dari spektrum elektromagnetik. *Multispectral sensor* ini biasanya memiliki band antara 3 hingga 10 band yang berbeda.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Kaliana, 2018) terungkap bahwa prediksi nutrisi N, P dan K pada daun kelapa sawit menggunakan Satelit Sentinel-2 dengan metode *Multispectral satellite imagery*. Berdasarkan Hasil yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa prediksi nutrisi pada daun kelapa sawit N, P dan K menggunakan Sentinel-2 satelit dapat menjadi salah satu alternatif yang lebih cepat, murah dan tidak merusak tanaman dibandingkan dengan analisis menggunakan laboratorium. Pada penelitian terdahulu juga diberikan hasil dari

prediksi nutrisi N, P dan K yang diambil secara langsung dari lokasi kelapa sawit yang diprediksi dengan menggunakan laboratorium. Dikarenakan analisis dengan menggunakan laboratorium perlu mengambil sampel dari daun kelapa sawit. Masalah yang muncul dengan penggunaan satelit yaitu awan yang menutupi daerah-daerah yang diperlukan pengambilan bandnya.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, penulis melakukan praktik kerja lapangan dengan judul “Implementasi deep learning untuk prediksi nutrisi tanaman kelapa sawit berdasarkan reflektansi multispektral pada citra satelit”. Kemampuan penginderaan jauh akan dites kembali untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disampaikan, dapat diperoleh identifikasi masalah bahwa prediksi nutrisi N, P dan K apabila dilakukan dengan menggunakan *leaf nutrient analysis* satu per satu akan memakan waktu yang lama dan pengeluaran biaya yang cukup besar.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penggerjaan proyek adalah sebagai berikut.

- a. Citra input akan menggunakan citra UAV yang disesuaikan dengan Jurnal (Kaliana, 2018)
- b. Citra satelit akan diambil pada web USGS *earthexplorer*
- c. Citra input yang digunakan yaitu citra band 1-12 dari Sentinel-2.
- d. Pengambilan nilai citra band per pixel berdasarkan titik dari kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan Arcgis Pro.
- e. Proses prediksi Nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit akan dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disampaikan, maka berikut adalah rumusan masalah dari proyek ini.

- a. Bagaimana melakukan prediksi kandungan nutrisi (N, P dan K) pada tanaman kelapa sawit dengan efektif dan efisien menggunakan citra satelit.
- b. Bagaimana hasil kinerja model prediksi nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit menggunakan nilai tiap band pada titik pixel kelapa sawit?

1.5 Tujuan

Tujuan dari penggerjaan proyek ini adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan implementasi deep learning untuk menghasilkan prediksi nutrisi (N, P dan K) sebagai solusi untuk masalah waktu dan biaya
- b. Melakukan pengujian pada prediksi nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit berdasarkan nilai tiap band pada titik pixel kelapa sawit.

1.6 Manfaat

Manfaat dari penggerjaan proyek ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi penulis, dapat menambah serta memperluas wawasan mengenai pengembangan aplikasi menggunakan Python dan Arcgis dalam mengolah citra digital dan membuat model untuk prediksi nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit.
- b. Bagi Universitas, khususnya Program Studi Teknik Informatika, dapat mempersiapkan lulusan yang kompeten dan siap kerja dengan memberikan bekal kepada mahasiswa dengan proses pembelajaran selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Program Studi Teknik Informatika Universitas Ma Chung

Universitas Ma Chung adalah perguruan tinggi yang didirikan pada tanggal 1 Mei 2004. Ide awal dari pendirian universitas Ma Chung dicetuskan ketika reuni akbar ulang tahun ke-55 sekolah Ma Chung di Xiamen, China. Universitas Ma Chung pertama kali resmi dibuka pada tanggal 7 juli 2007. Pada saat ini gedung utama kampus tersebut terletak di Villa Puncak Tidar N-01, Karangwidoro, Dau, Malang, Jawa Timur, Indonesia.

Universitas Ma Chung memiliki visi, yaitu memuliakan Tuhan melalui akhlak, pengetahuan, dan kontribusi nyata sebagai insan akademik yang berdaya cipta. Kemudian, misi Universitas Ma Chung adalah sebagai berikut.

- a Menyelenggarakan Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu pendidikan dan pengajaran tinggi, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat secara berkualitas, fokus, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat kini dan akan datang.
- b Membentuk dan mengembangkan angkatan-angkatan motivator dan pemimpin masyarakat yang memiliki potensi dan kapasitas moral yang luhur, berjiwa kepemimpinan dan kewirausahaan yang betitik berat pada pembentukan akhlak dan kepribadian unggul, rendah hati, melayani, dan berkontribusi sebagai manusia yang utuh
- c Mendorong dan mengembangkan sikap serta pemikiran yang kritis-prinsipil dan kreatif-realistik berdasarkan kepekaan hati nurani yang luhur.
- d Menghasilkan lulusan siap pakai yang berkualitas tinggi yang mampu bersaing di pasar global.
- e Berperan aktif dalam meningkatkan peradaban dunia dengan menghasilkan lulusan yang berwawasan global, toleran, dan cinta damai, serta produktif

- dalam menghasilkan karya cipta yang mendukung peningkatan martabat manusia global
- f Melaksanakan pengelolaan perguruan tinggi berdasarkan prinsip ekonomis dan akuntabilitas.

Program studi Teknik Informatika Universitas Ma Chung memiliki dua macam peminatan, yaitu: sistem cerdas dan sistem komputer. Kedua peminatan ini menjadi backbone pengembangan sistem IT di Indonesia dan dunia. Seperti untuk sistem cerdas atau *Artificial Intelligence* sekarang ini digunakan dalam berbagai mesin terutama sistem komputer yang digunakan untuk mempermudah kebutuhan manusia, oleh karena itu sekarang ini diperlukan kemampuan untuk menguasai ilmu sistem cerdas atau AI tersebut. Sedangkan untuk sistem komputer karena sekarang ini perkembangan era digital sangat berkembang pesat karena itu dibutuhkan pengetahuan tentang *Internet of Things*, dikarenakan barang-barang yang digunakan sehari-hari sekarang terhubung dengan internet. Proyek ini termasuk dalam Proyek Praktik Kerja Lapangan peminatan sistem cerdas. Program studi Teknik Informatika Universitas Ma Chung memiliki salah satu kelompok riset dan pusat studi yang bergerak pada bidang *Precision Agriculture*.

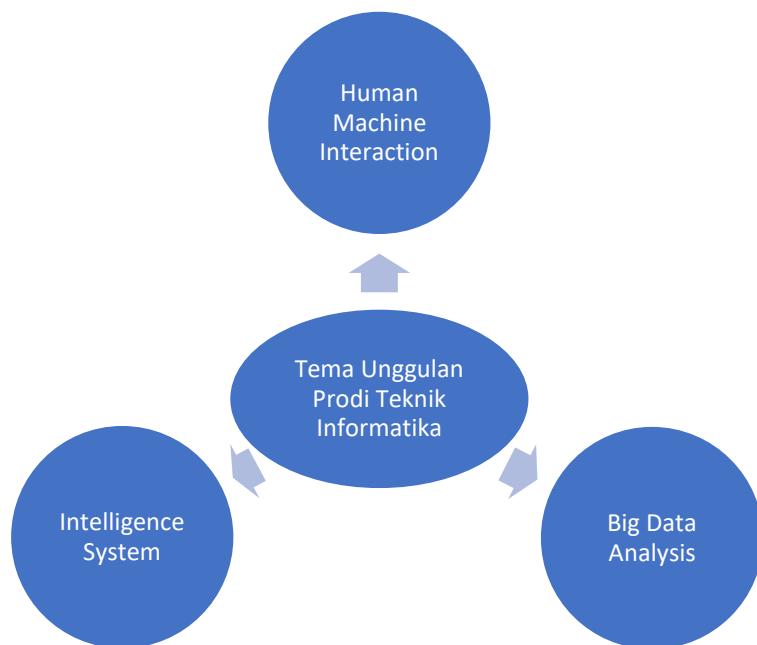
2.2 Roadmap Penelitian Bidang *Precision Agriculture*

Precision agriculture (PA) adalah pemanfaatan teknologi modern untuk mengumpulkan data-data kuantitatif dengan mudah dan cepat sehingga dapat menghasilkan keputusan-keputusan yang tepat dalam pengelolaan lahan pertanian (Shafi, et al., 2019). Pada awalnya *Precision Agriculture* berfokus pada pembuatan sensor untuk akuisisi data lapangan yang berhubungan dengan pertumbuhan tanaman. Kini, perangkat-perangkat teknologi informasi seperti GPS (*Global Positioning System*), *smartphone*, robot dan sensor yang didukung oleh IoT (*Internet of Thing*) serta kecerdasan buatan merupakan faktor penentu utama suksesnya implementasi *precision agriculture* (Sfiligo, 2016).

Penerapan dari *Precision Agriculture* sendiri memberikan banyak dampak positif seperti penghematan pupuk tetapi meningkatkan hasil panen yang didapat,

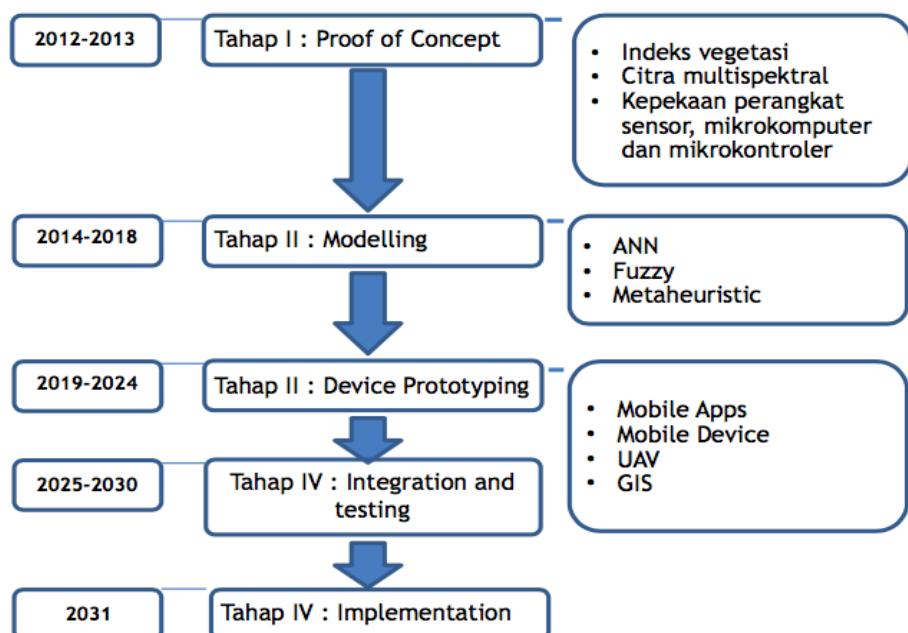
juga pengurangan penggunaan bahan kimia seperti pestisida sehingga tanah, siklus air dan pertumbuhan tanaman tidak terganggu oleh bahan-bahan kimia. *Precision Agriculture* sudah banyak digunakan oleh beberapa negara maju sehingga suplai produk dalam jumlah yang besar dapat tercapai. Tetapi Indonesia sebagai salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah masih belum dapat atau jarang mengimplementasikan *Precision Agriculture* oleh karena itu implementasi *precision agriculture* di Indonesia harus segera diupayakan agar produk pertanian di Indonesia dapat bersaing dengan negara-negara luar.

Universitas Ma Chung memiliki komitmen untuk memanfaatkan sumber daya alam hayati dengan sebaik mungkin untuk mendukung upaya pemerintah dalam meningkatkan daya saing bangsa. Universitas Ma Chung sendiri memiliki penelitian unggulan yang akan dikembangkan dan salah satu dari penelitian unggulan yang ada di Universitas Ma Chung adalah *Precision Agriculture* yang merupakan ide cerdas dengan memanfaatkan teknologi dari bidang teknik informatika yang terus berkembang secara pesat untuk diaplikasikan pada pengelolaan lahan pertanian dengan lebih akurat. Dengan cara tersebut Universitas Ma Chung dapat berkontribusi dalam meningkatkan daya saing bangsa agar tidak kalah dengan negara-negara lainnya. Berikut adalah tiga tema unggulan dari Prodi Teknik Informatika Ma Chung



Gambar 2. 1 Tiga Tema Unggulan Penelitian Program Studi Teknik Informatika

Penelitian *Precision Agriculture* yang dilaksanakan di Universitas Ma Chung dimulai pada tahun 2012 dengan tahapan penelitian yang telah ditetapkan terlebih dahulu. Secara umum penelitian yang akan dilakukan yaitu pembuktian konsep untuk kemudian melakukan pemodelan, membuat prototipe, integrasi beberapa fasilitas yang sebelumnya dikembangkan secara modular, melakukan tes dan akhirnya implementasi di masyarakat. Berikut adalah peta penelitian *Precision Agriculture*



Gambar 2. 2 Peta Jalan Penelitian Precision Agriculture di UMC

Secara umum terdapat tiga topik utama yang akan dikembangkan oleh *Precision Agriculture* dalam 5 tahun kedepan yaitu Pengukuran pigmen tanaman, deteksi suara unggas dan deteksi penyakit tanaman sawit. Ketiga topik tersebut memiliki perbedaan status terkait tahapan dasar, terapan dan pengembangan. Detail perencanaan dari ketiga topik besar adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Peta Jalan(Roadmap) Penelitian Kelompok Riset *Precision Agriculture*

No	Topik Riset	2021	2022	2023	2024	2025
1	Pengukuran Pigmen Tanaman secara Non Destruktif	Peningkatan algoritma pengenalan warna pada daun tanaman agar invarian terhadap perbedaan cahaya dan jenis kamera			Implementasi Aplikasi untuk menjadi alat ukur pigmen yang dapat digunakan pada lingkungan sesungguhnya dan bernilai komersil serta terhubung dalam cloud	
2	Pengenalan suara unggas untuk identifikasi spesies langka	Studi Preprocessing terhadap data suara dan desain algoritma Machine Learning yang sesuai untuk pengenalan suara		Pembuatan aplikasi berbasis perangkat bergerak untuk deteksi suara unggas		
3	Pengenalan penyakit tanaman sawit melalui citra satelit	Studi preprocessing data citra satelit dan desain algoritma Machine Learning untuk pengenalan penyakit sawit		Pembuatan aplikasi dan perangkat untuk deteksi perkebunan sawit yang terinfeksi penyakit		

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan penelitian terdahulu sebagai panduan untuk mengerjakan praktik kerja lapangan penulis. Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai panduan yaitu (Kaliana, 2018) penelitian tersebut melakukan penelitian nutrisi pada tanaman kelapa sawit menggunakan penginderaan jauh atau citra satelit. Citra satelit yang digunakan yaitu citra satelit sentinel-2, penelitian ini dilakukan di kabupaten Bogor dan Jambi. Penelitian ini terbagi menjadi empat daerah yaitu satu terdapat pada Studi Area IPC-Cargill untuk daerah kabupaten bogor sedangkan daerah Jambi terbagi menjadi tiga area yaitu PTPN 6 KCD 209, PTPN 6 KCD 308 dan PTPN 6 KCD 203. Pada penelitian ini dilakukan pencarian data nutrisi kelapa sawit secara manual menggunakan *leaf nutrient analysis* setelah itu data yang didapat dari *leaf nutrient analysis* akan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari penggunaan citra satelit. Berdasarkan hasil yang didapatkan *R-squared* untuk nutrisi N sebesar 68.33%, *R-squared* untuk nutrisi K sebesar 64.47% sedangkan *R-squared* untuk nutrisi P sebesar 81.60% sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan citra satelit sentinel-2 dapat digunakan untuk melakukan prediksi nutrisi pada tanaman kelapa sawit.

3.2 Arcgis Pro

Arcgis merupakan software desktop *geographic information system*(GIS). Arcgis pro merupakan aplikasi GIS modern yang cepat dan berkinerja tinggi untuk membangun peta dalam bentuk 2D dan 3D, menganalisis data dan menulis pengetahuan geografis.

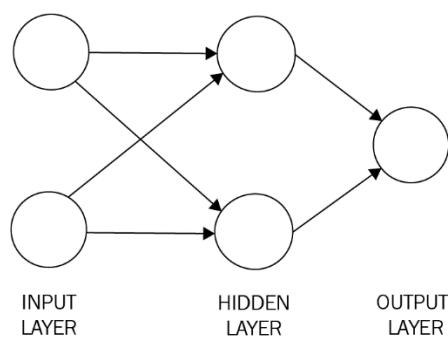


Gambar 3. 1 Logo Arcgis Pro

(www.csaocean.com)

3.3 Deep Learning

Deep learning merupakan subbidang machine learning yang algoritmanya terinspirasi dari struktur otak manusia. *Artificial Neural Network* atau Jaringan Syaraf Tiruan merupakan algoritma klasifikasi yang meniru prinsip kerja dari jaringan syaraf manusia. Algoritma ANN akan memetakan data dari *input layer* menuju target pada *output layer* melalui neuron-neuron pada *hidden layer*. ANN merupakan sistem yang adaptif sehingga ANN akan mengubah-ubah struktur yang dimiliki agar sesuai untuk memecahkan masalah berdasarkan input yang diberikan.



Gambar 3. 2 Konfigurasi sederhana algoritma ANN

(www.oreilly.com)

Berikut adalah beberapa contoh fungsi aktivasi yang dapat digunakan pada *Deep Learning Artificial Neural Network* :

1. Aktivasi ReLU (*Rectified Linear Unit*)

merupakan lapisan aktivasi pada model CNN yang mengaplikasikan fungsi $f(x)=\max(0,x)$ yang berarti fungsi ini melakukan *thresholding* dengan nilai nol terhadap nilai piksel pada input citra. Aktivasi ini membuat seluruh nilai piksel yang bernilai kurang dari nol pada suatu citra akan dijadikan 0 (Ilaliyah & Nilogiri, 2018).

2. Aktivasi Softmax atau *Softmax Classifier*

merupakan bentuk lain dari algoritma *Logistic Regression* yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi lebih dari dua kelas. Standar klasifikasi yang biasa dilakukan oleh algoritma *Logistic Regression* adalah tugas untuk klasifikasi kelas biner. (Ilaliyah & Nilogiri, 2018).

3. Aktivasi Sigmoid

dikenal juga dengan istilah *logistic function*, fungsi aktivasi sigmoid ini hanya dapat memberikan hasil nilai antara 0-1. Sigmoid biasanya digunakan ketika klasifikasi satu kelas saja.

Artificial Neural Network juga memiliki fungsi aktivasi yang berbeda-beda contohnya yaitu Adam, Nadam, RMSprop dan lainnya. Pada *Artificial Neural Network* juga terdapat dua tahap *forward propagation* dan *backward propagation*. *Forward propagation* merupakan bagian dari proses dimana data input melewati setiap *hidden layer* hingga masuk kedalam *output layer*. Sedangkan *backward propagation* merupakan bagian dari perhitungan *error* berdasarkan hasil yang didapat pada bagian *forward propagation*. *Forward propagation* dan *backward propagation* biasanya dilakukan berkali-kali (*trial and error*) untuk mendapatkan hasil yang paling maksimum, biasanya dapat dilihat pada hasil *error* yang didapatkan.

3.4 Python

Python adalah bahasa pemrograman multifungsi yang dibuat oleh Guido van Rossum dan dirilis pada tahun 1991. Python diciptakan untuk menjadi

interpreter yang memiliki kemampuan untuk melakukan penanganan kesalahan (*exception handling*) dan mengutamakan *syntax* yang mudah dibaca dan mudah dimengerti. Python sendiri juga bersifat interpretatif atau bisa melakukan eksekusi instruksi multi guna secara langsung.

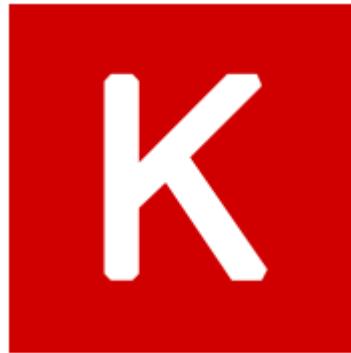


Gambar 3. 3 Logo Python

(fokusolusi.id,2021)

3.5 Keras

Keras adalah salah satu *open source* API *deep learning* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python dan berjalan pada platform *machine learning* tensorflow. API keras dikembangkan dengan tujuan utama agar dapat dilakukan komputasi secara cepat. Keras merupakan *high-level* API sehingga penggunaan command dari keras mudah untuk dipahami dan dibaca. Keras pertama kali diciptakan oleh François Chollet pada 27 Maret 2015. Keras memiliki design yang memungkinkan eksperimen secara cepat ketika dilakukan bersama dengan *deep neural network*.



Gambar 3. 4 Logo Keras

(www.wikimedia.org)

3.6 *Google Colaboratory*

Google Colaboratory adalah layanan berbasis cloud yang dikeluarkan oleh *google* dengan mereplikasi cara kerja dari *Jupyter notebook*. Jadi *google colab* merupakan sebuah *executeable document* yang dapat digunakan untuk menyimpan, menulis, serta membagikan program yang telah ditulis melalui *google drive*. *Google colab* diciptakan khusus untuk operasi *machine learning* dan *deep learning*. Sedangkan kelebihan *google colab* dari *jupyter notebook* adalah fitur-fitur seperti *built-in-library*, *cloud based*, fitur GPU dan TPU gratis dan kemudahan dalam mengedit secara bersama. Hal yang diperlukan untuk membuka *google colaboratory* yaitu hanya memerlukan browser dan *account google* saja.

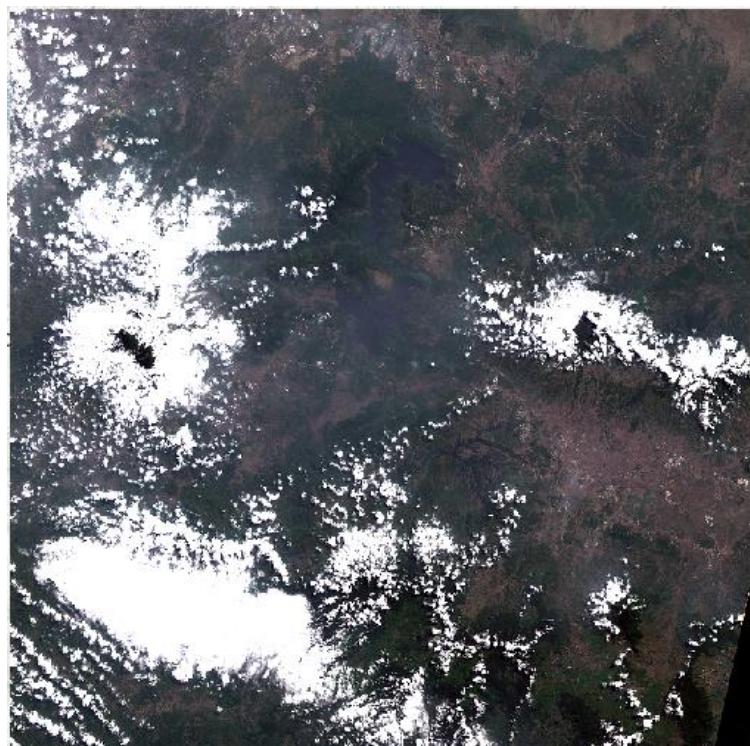


Gambar 3. 5 Logo Google colaboratory

(www.research.google.com/colaboratory/)

3.7 Citra Satelit

Citra satelit atau yang sering disebut dengan penginderaan jarak jauh merupakan cara untuk melakukan akuisisi data yang tidak dilakukan secara fisik melainkan dilakukan dengan melakukan kontak dari jarak jauh. Kontak jarak jauh ini dapat dilakukan dengan pesawat, pesawat luar angkasa dan satelit. Penginderaan jauh ini dapat digunakan untuk pengamatan cuaca, pengamatan luar angkasa dan pengamatan bumi. Terdapat banyak jenis satelit yang menyediakan data citra satelit seperti satelit Landsat, satelit Sentinel, satelit SPOT dan banyak lagi. Citra satelit ini dapat diunduh secara gratis pada website copernicus dan earthexplorer USGS dengan link sebagai berikut: <https://scihub.copernicus.eu/> atau <https://earthexplorer.usgs.gov/>.



Gambar 3. 6 Contoh citra satelit RGB Sentinel-2

(www.earthexplorer.usgs.gov, 2017)

Komponen-komponen pada citra satelit berbeda-beda antara satelit satu dengan yang lain sebagai contoh untuk citra satelit sentinel-2 memiliki komponen Band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 9, 10, 11 dan 12 serta citra RGB. Band yang sering

digunakan yaitu band 2, 3, 4 dan 8. Pada citra sentinel-2 band 2 merupakan band blue, band 3 merupakan band green, band 4 merupakan band red dan band 8 merupakan band NIR. Contoh citra satelit RGB sentinel-2 yang diunduh adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Band pada Citra Sentinel-2

	Spectral band	Centre Wavelength(nm)	Band Width(nm)	Spatial Resolution(nm)
B1	Coastal Aerosol	443	20	60
B2	Blue(B)	490	65	10
B3	Green(G)	560	35	10
B4	Red(R)	665	30	10
B5	Red-edge 1 (Re1)	705	15	20
B6	Red-edge 2 (Re2)	740	15	20
B7	Red-edge 3 (Re3)	783	20	20
B8	Near Infrared(NIR)	842	115	10
B8A	Near Infrared Narrow(NIRn)	865	20	20
B9	Water Vapor	945	20	60
B10	Short infrared/ Cirrus	1380	30	60
B11	Shortwave infrared 1(SWIR1)	1910	90	20
B12	Shortwave infrared 2(SWIR2)	2190	180	20

3.8 Reflektansi Multispektral

Reflektansi multispektral merupakan pencatatan cahaya berdasarkan panjang gelombang yang dipantulkan oleh objek-objek yang ada di permukaan bumi. Mata normal manusia sendiri hanya dapat melihat spektrum-spektrum warna dari 400 hingga 700nm. Setiap objek juga memiliki keunikan dalam melakukan pemantulan cahaya karena tidak semua benda memantulkan cahaya dengan frekuensi yang sama. Contohnya ketika daun memantulkan cahaya akan terdapat perbedaan frekuensi dengan ketika suatu meja memantulkan cahaya. Reflektansi multispektral dapat menangkap data citra pada frekuensi tertentu di seluruh spektrum elektromagnetik. Reflektansi multispektral memungkinkan ekstraksi informasi tambahan yang gagal ditangkap oleh mata manusia dengan menggunakan reseptör merah, hijau dan biru. Reflektansi Multispektral dari satelit biasanya terbagi menjadi beberapa band, satelit biasanya memiliki tiga atau lebih band. Contoh band pada citra satelit Sentinel 2

Tabel 3. 2 Reflektansi Multispektral pada Sentinel 2

	Spectral band	Centre Wavelength(nm)	Band Width(nm)	Spatial Resolution(nm)
B1	Coastal Aerosol	443	20	60
B2	Blue(B)	490	65	10
B3	Green(G)	560	35	10
B4	Red(R)	665	30	10
B5	Red-edge 1 (Re1)	705	15	20
B6	Red-edge 2 (Re2)	740	15	20
B7	Red-edge 3 (Re3)	783	20	20
B8	Near Infrared(NIR)	842	115	10
B8A	Near Infrared Narrow(NIRn)	865	20	20
B9	Water Vapor	945	20	60
B10	Short infrared/ Cirrus	1380	30	60
B11	Shortwave infrared 1(SWIR1)	1910	90	20
B12	Shortwave infrared 2(SWIR2)	2190	180	20

3.9 Metric Error

Metric Error merupakan tingkat kesalahan dari hasil yang didapatkan pada bagian *Deep learning*. Contoh metric error yang akan digunakan yaitu *Mean Square Error(MSE)* dan *Mean Average Error(MAE)* merupakan nilai yang merepresentasikan hasil dari rata-rata kesalahan absolut antara hasil prediksi dan hasil sebenarnya. Perbedaan dari keduanya yaitu *Mean Square Error(MSE)* merupakan varian ditambahkan dengan kuadrat dari bias. *Mean Square Error(MSE)* dan *Mean Average Error(MAE)* akan lebih baik apabila nilai yang didapatkan mendekati nilai 0. *Mean Average Error(MAE)* lebih intuitif dalam memberikan rata-rata error keseluruhan data sedangkan *Mean Square Error(MSE)* lebih cocok untuk melihat seberapa konsisten model yang dibangun.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i| \quad (3-1)$$

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i|^2 \quad (3-2)$$

y_i = *actual value*

\hat{y}_i = *predicted value*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Penggerjaan

Proyek Praktik Kerja Lapangan ini bertujuan untuk mengimplementasikan model *Artificial Neural Network*(ANN) untuk prediksi nutrisi N, P dan K pada tanaman kelapa sawit menggunakan Citra satelit. Pembuatan model untuk *Artificial Neural Network* akan menggunakan reflektansi multispektral yang didapatkan melalui Satelit Sentinel 2 yang didownload melalui USGS *earth explorer*. Tahapan awal yang dilakukan yaitu pencarian referensi-referensi jurnal mengenai pengolahan citra satelit untuk tanaman kelapa sawit. Tahapan selanjutnya yaitu mengenai pengumpulan dataset dan citra UAV. Tahapan selanjutnya adalah pengambilan data reflektansi multispektral per pixel dari citra UAV berdasarkan titik kelapa sawit pada dataset yang telah dikumpulkan. Setelah didapatkan reflektansi multispektral per pixel maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data yang telah diambil untuk dilakukan proses ANN, pengolahan dilakukan tiga kali untuk masing-masing nutrisi N, P dan K. Tahap terakhir yaitu pengujian hasil model yang telah dibuat pada proses ANN untuk prediksi nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit. Tahap terakhir yaitu melihat apakah hasil yang didapatkan berhasil dalam melakukan prediksi N, P dan K pada kelapa sawit.

4.2 Studi Literatur

Pada tahap literatur penulis mencari referensi jurnal tentang penggunaan citra satelit untuk tanaman kelapa sawit. Pencarian referensi jurnal tersebut memberikan pengetahuan tentang penggunaan Citra satelit untuk melakukan prediksi nutrisi terutama untuk nutrisi N, P dan K pada tanaman kelapa sawit. Referensi jurnal utama yang digunakan yaitu (Kaliana, 2018). Pada jurnal tersebut dijelaskan bagaimana cara melakukan prediksi nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit menggunakan citra satelit Sentinel-2. Pertama yang dilakukan yaitu melakukan pengujian nutrisi pada tanaman kelapa sawit yang berada pada tempat penelitian

menggunakan laboratorium setelah itu dilakukan pencarian citra satelit dengan waktu yang terdekat dengan tanggal pengambilan data nutrisi melalui laboratorium. Setelah itu akan dilakukan prediksi nutrisi tanaman kelapa sawit berdasarkan hasil nutrisi yang telah didapat oleh penulis menggunakan model regresi.

4.3 Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan melalui hasil pencarian jurnal-jurnal untuk mengetahui citra UAV yang dapat digunakan untuk mencari reflektansi multispektral yang cocok pada nutrisi N, P dan K pada tanaman kelapa sawit. Dataset akan disiapkan menggunakan aplikasi Arcgis Pro. Hasil yang didapatkan dari Arcgis Pro akan digunakan untuk training prediksi nutrisi.

4.3.1 Pengumpulan Data Jurnal

Jurnal yang akan digunakan sebagai acuan penggerjaan praktik kerja lapangan penulis adalah tesis IPB (Kaliana, 2018) dengan penulis Indra Kaliana yang diterbitkan pada tanggal 29 Mei 2019. Pada jurnal tersebut terdapat penjelasan tentang penggunaan Reflektansi Multispektral dari citra UAV sentinel-2 untuk mencari nutrisi N, P dan K pada tanaman kelapa sawit. Jurnal tersebut juga memberikan hasil nutrisi N, P dan K dari tanaman kelapa sawit dengan cara melakukan leaf sampling. Leaf sampling dilakukan di Soil Laboratory of the Department of Soil Science and Land Resource of Bogor Agricultural University (IPB).

4.3.2 Dataset Lokasi Kebun Kelapa Sawit

Dataset diambil dari tesis IPB (Kaliana, 2018) dengan total area tanaman sawit sebanyak empat area dengan masing-masing area berisi 25 titik tanaman kelapa sawit beserta hasil nutrisi N, P dan K laboratorium dari tanaman kelapa sawit dalam persen(%) dengan range data Nutrisi N terbesar dengan nilai 2.68 dan N

terkecil dengan nilai 1.57, range data nutrisi P terbesar dengan nilai 0.33 dan P terkecil dengan nilai 0.1 dan range data nutrisi K terbesar dengan nilai 1.78 .

Tabel 4. 1 Cuplikan Tabel Titik Tanaman Kelapa Sawit beserta Nutrisi hasil laboratorium

Latitude	Longitude	N	P	K
-6.47383	107.0312	2.35	0.16	0.83
-6.47446	107.0328	2.3	0.17	1.41
-6.47587	107.0322	2.4	0.17	1.26
-6.47314	107.0345	2.25	0.15	0.96
-6.4745	107.0333	2.3	0.19	1.16
-6.47221	107.0291	2.55	0.11	0.93
-6.47109	107.03	2.3	0.11	1.11
-6.47094	107.031	2.47	0.1	0.91
-6.47228	107.0306	2.33	0.11	1.31
-6.47308	107.0301	2.43	0.1	1.06



Gambar 4. 1 Lokasi Sampel Kelapa Sawit Studi Area IPC-Cargill



Gambar 4. 2 Lokasi Sampel Kelapa Sawit PTPN 6 KCD 209



Gambar 4. 3 Lokasi Sampel Kelapa Sawit PTPN 6 KCD 308



Gambar 4. 4 Lokasi Sampel Kelapa Sawit PTPN 6 KCD 203

4.3.3 Dataset Satelit

Dataset satelit berasal dari Kebun Pendidikan dan Penelitian Kelapa Sawit IPB-Cargill yang berlokasi di Jonggol, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, dan di PT. Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Bunut, Bahar Utara, Muaro Jambi, Jambi. Dataset UAV diambil berdasarkan Lokasi sampel dan tanggal pengambilan hasil laboratorium pada Dataset Kelapa sawit (Kaliana, 2018). Satelit UAV yang digunakan yaitu Satelit sentinel-2. Dataset IPB-Cargill berada pada *tiles* 48MYT dan untuk dataset PTPN 6 berada pada *tiles* 48MUC. Dataset Sentinel-2 yang diambil yaitu tanggal 25 Mei 2017 untuk dataset IPB-Cargill sedangkan untuk dataset PTPN 6 diambil data pada tanggal 28 september 2017 dan 8 oktober 2017.

4.4 Pengolahan Data

Dataset reflektansi multispektral per band akan diambil berdasarkan titik yang telah didapatkan pada dataset kelapa sawit menggunakan arcgis pro. Arcgis pro memiliki fitur “Extract Multi Values to Points” kegunaan dari fitur tersebut yaitu mengambil nilai dari data raster yang dipilih berdasarkan titik yang ada. Pada kasus ini akan diambil nilai dari data raster band sentinel-2 untuk band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 9, 11 dan 12 dari titik pada dataset lokasi kelapa sawit yang berjumlah seratus titik. Pemilihan band diambil berdasarkan dari hasil penelitian (Kaliana, 2018) yaitu semua band dapat digunakan kecuali band 10 karena pada band 10

sentinel-2 hanya menampilkan reflektansi dari awan saja sehingga tidak diperlukan dalam mencari reflektansi multispektral untuk nutrisi tanaman kelapa sawit.

Tabel 4. 2 Band pada Citra Sentinel-2

	Spectral band	Centre Wavelength(nm)	Band Width(nm)	Spatial Resolution(nm)
B1	Coastal Aerosol	443	20	60
B2	Blue(B)	490	65	10
B3	Green(G)	560	35	10
B4	Red(R)	665	30	10
B5	Red-edge 1 (Re1)	705	15	20
B6	Red-edge 2 (Re2)	740	15	20
B7	Red-edge 3 (Re3)	783	20	20
B8	Near Infrared(NIR)	842	115	10
B8A	Near Infrared Narrow(NIRn)	865	20	20
B9	Water Vapor	945	20	60
B10	Short infrared/ Cirrus	1380	30	60
B11	Shortwave infrared 1(SWIR1)	1910	90	20
B12	Shortwave infrared 2(SWIR2)	2190	180	20

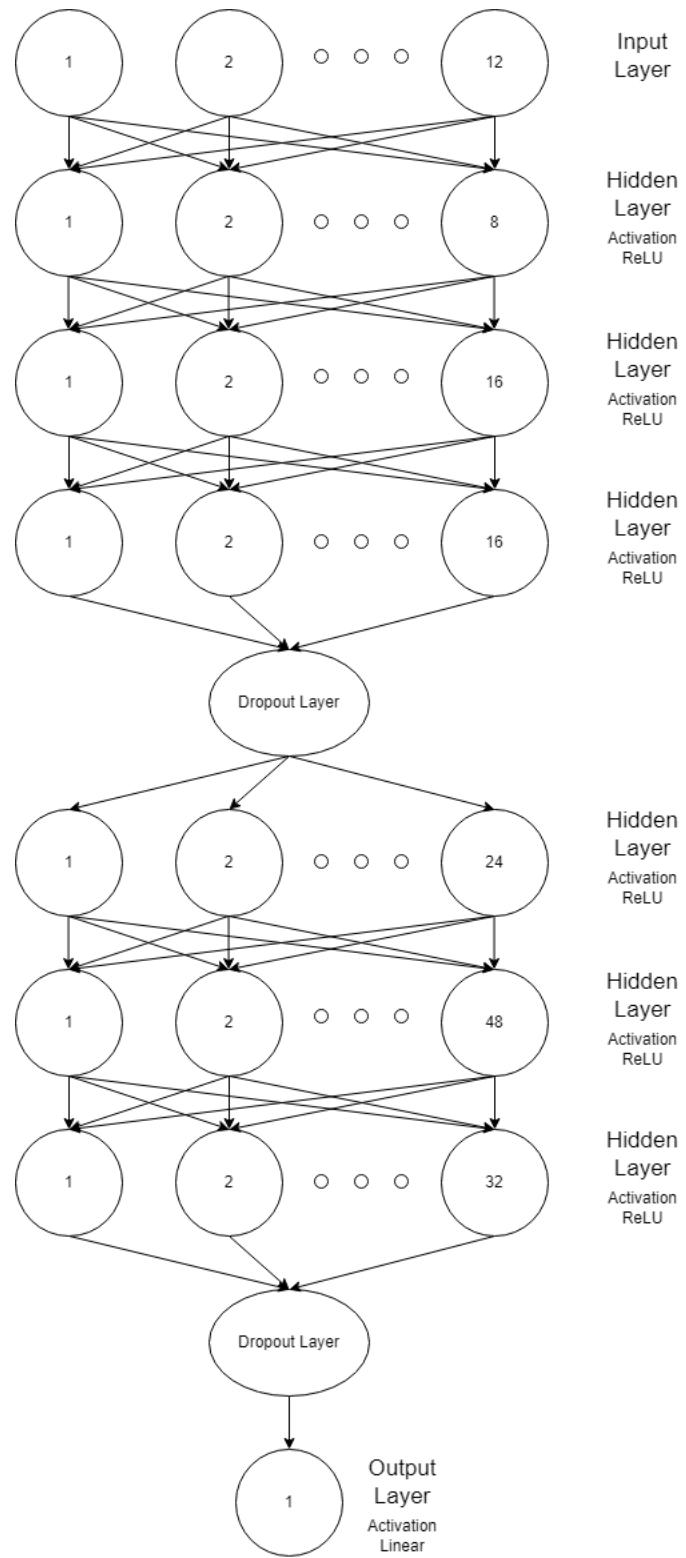
Tabel 4. 3 Contoh Hasil Pengolahan Data

Latitude	Longitude	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	N	P	K
-6.47383	107.0312	1564	1244	1028	705	2.35	0.16	0.83
-6.47446	107.0328	1558	1225	1013	695	2.3	0.17	1.41
-6.47587	107.0322	1566	1243	1038	717	2.4	0.17	1.26
-6.47314	107.0345	1573	1255	1037	732	2.25	0.15	0.96
-6.4745	107.0333	1562	1226	1004	688	2.3	0.19	1.16
-6.47221	107.0291	1558	1225	1014	702	2.55	0.11	0.93
-6.47109	107.03	1564	1229	1032	703	2.3	0.11	1.11
-6.47094	107.031	1567	1255	1034	718	2.47	0.1	0.91
-6.47228	107.0306	1557	1231	1028	701	2.33	0.11	1.31
-6.47308	107.0301	1557	1226	1013	692	2.43	0.1	1.06

4.4.1 Implementasi Deep Learning untuk prediksi unsur N

Deep learning yang akan digunakan untuk melakukan prediksi adalah *Artificial Neural Network(ANN)* yang menggunakan *open source* API Keras model dan layer dan menggunakan bahasa pemrograman Python. Sebelum dimasukkan kedalam model *Artificial Neural Network(ANN)* semua input di normalisasi terlebih dahulu menggunakan *sklearn standardscaler*. Pada model *Artificial Neural Network(ANN)* menggunakan 6 *hidden layer*, 2 *dropout layer*, 1 *input layer* dan 1 *output layer*. Node dari 6 *hidden layer* untuk prediksi adalah 8, 16, 16, 24, 48 dan

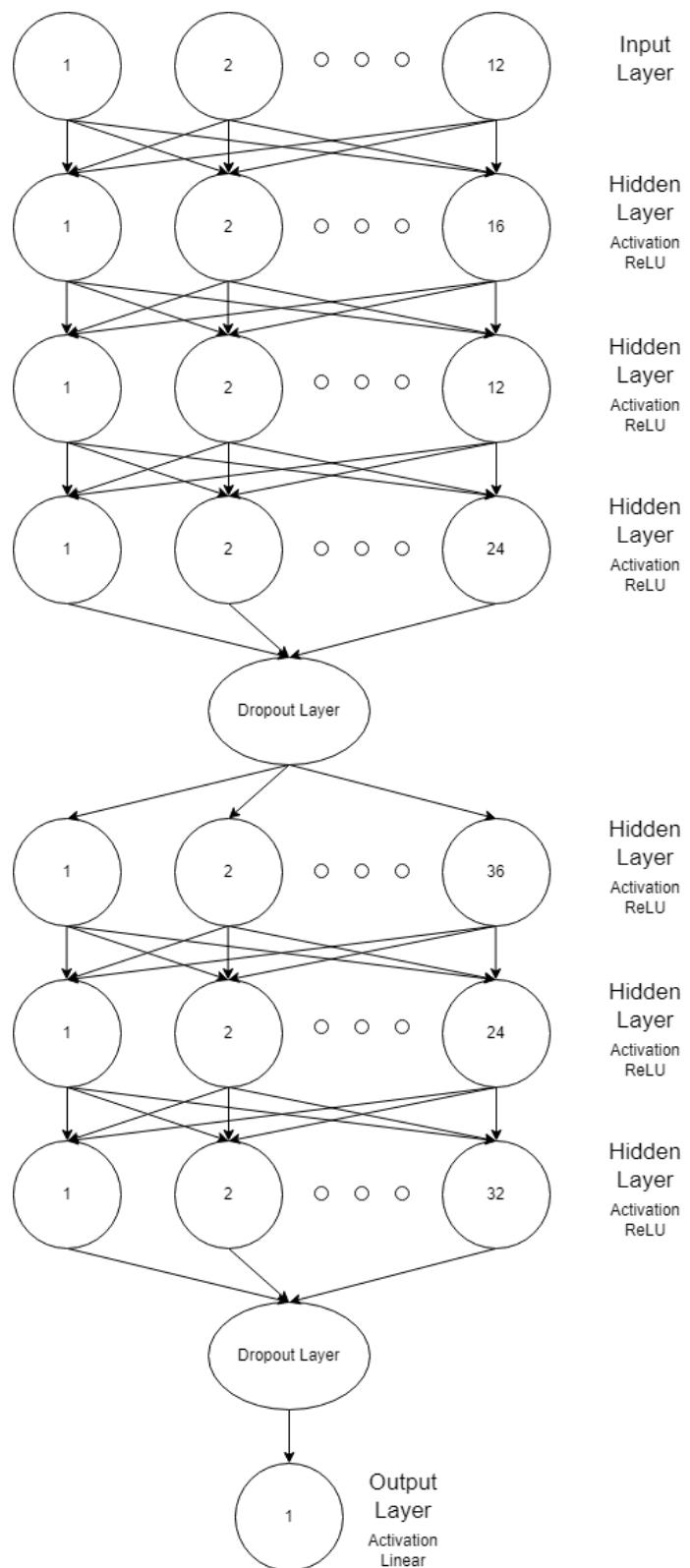
32, tiap 3 *hidden layer* akan dilakukan dropout agar kemungkinan terjadi *overfitting* menjadi lebih kecil dan mempercepat proses learning yang dilakukan. Terdapat total 12 node untuk *input layer* dengan isi *raster band* dari citra satelit sentinel-2 yaitu Band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 9, 11 dan 12. *Output layer* akan menggunakan fungsi aktivasi *linear* karena hasil yang diharapkan hanya satu luaran yaitu prediksi unsur N. *Compile* model *Artificial Neural Network(ANN)* akan menggunakan *optimizer* “Adam”, *loss* “MSE” dan metrik penghitungan “MAE”. model *Artificial Neural Network(ANN)* akan dijalankan sebanyak 200 *epochs* dengan *batch size* 32 dengan rata-rata waktu per epoch sebesar 17ms. Gambar dari model *Artificial Neural Network(ANN)* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 5 Model Deep Learning Artificial Neural Network(ANN)
Model N

4.4.2 Implementasi Deep Learning untuk prediksi unsur P

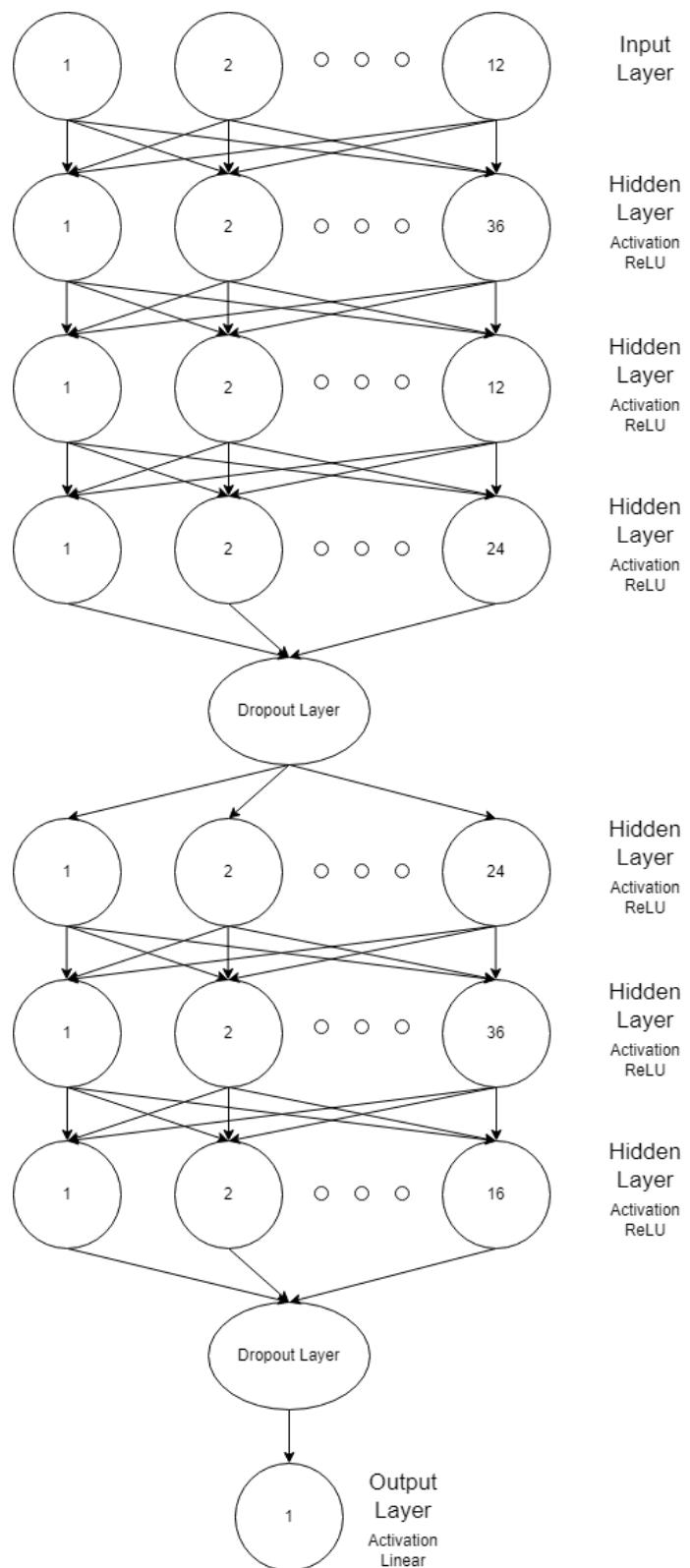
Deep learning yang akan digunakan untuk melakukan prediksi adalah *Artificial Neural Network(ANN)* yang menggunakan *open source* API Keras model dan layer dan menggunakan bahasa pemrograman Python. Sebelum dimasukkan kedalam model *Artificial Neural Network(ANN)* semua input di normalisasi terlebih dahulu menggunakan *sklearn standardscaler*. Pada model *Artificial Neural Network(ANN)* menggunakan *6 hidden layer*, *2 dropout layer*, *1 input layer* dan *1 output layer*. Node dari *6 hidden layer* untuk prediksi adalah 16, 12, 24, 36, 24 dan 32, tiap *3 hidden layer* akan dilakukan dropout agar kemungkinan terjadi *overfitting* menjadi lebih kecil dan mempercepat proses learning yang dilakukan. Terdapat total 12 node untuk *input layer* dengan isi *raster band* dari citra satelit sentinel-2 yaitu Band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 9, 11 dan 12. *Output layer* akan menggunakan fungsi aktivasi *linear* karena hasil yang diharapkan hanya satu luaran yaitu prediksi unsur P. *Compile* model *Artificial Neural Network(ANN)* akan menggunakan *optimizer* “Adam”, *loss* “MSE” dan metrik penghitungan “MAE”. model *Artificial Neural Network(ANN)* akan dijalankan sebanyak 200 *epochs* dengan *batch size* 32 dengan rata-rata waktu per epoch sebesar 17ms. Gambar dari model *Artificial Neural Network(ANN)* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 6 Model Deep Learning Artificial Neural Network(ANN)
Model P

4.4.3 Implementasi Deep Learning untuk prediksi unsur K

Deep learning yang akan digunakan untuk melakukan prediksi adalah *Artificial Neural Network(ANN)* yang menggunakan *open source* API Keras model dan layer dan menggunakan bahasa pemrograman Python. Sebelum dimasukkan kedalam model *Artificial Neural Network(ANN)* semua input di normalisasi terlebih dahulu menggunakan *sklearn standardscaler*. Pada model *Artificial Neural Network(ANN)* menggunakan 6 *hidden layer*, 2 *dropout layer*, 1 *input layer* dan 1 *output layer*. Node dari 6 *hidden layer* untuk prediksi adalah 36, 12, 24, 24, 32 dan 16, tiap 3 *hidden layer* akan dilakukan dropout agar kemungkinan terjadi *overfitting* menjadi lebih kecil dan mempercepat proses learning yang dilakukan. Terdapat total 12 node untuk *input layer* dengan isi *raster band* dari citra satelit sentinel-2 yaitu Band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 9, 11 dan 12. *Output layer* akan menggunakan fungsi aktivasi *linear* karena hasil yang diharapkan hanya satu luaran yaitu prediksi unsur K. *Compile* model *Artificial Neural Network(ANN)* akan menggunakan *optimizer* “Adam”, *loss* “MSE” dan metrik penghitungan “MAE”. model *Artificial Neural Network(ANN)* akan dijalankan sebanyak 200 *epochs* dengan *batch size* 32 dengan rata-rata waktu per epoch sebesar 17ms. Gambar dari model *Artificial Neural Network(ANN)* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 7 Model Deep Learning Artificial Neural Network(ANN)
Model K

4.5 Proses Pengujian

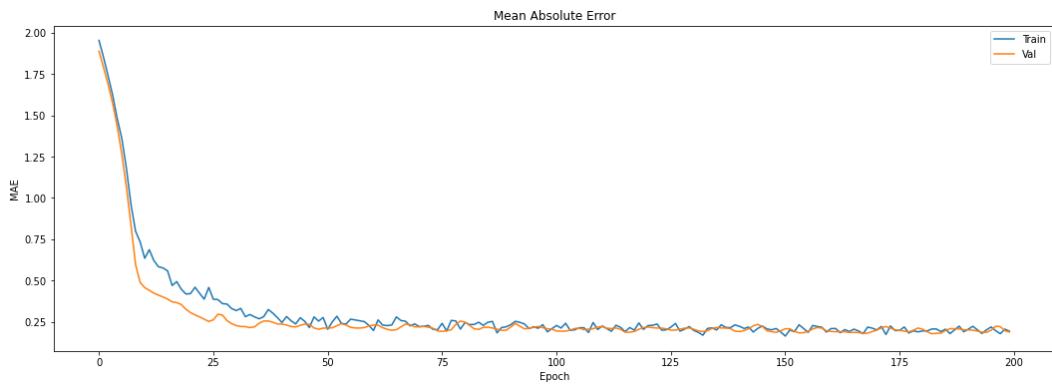
Proses Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan model *deep learning* yang telah ada yaitu *Artificial Neural Network (ANN)*. Pada proses pengujian penelitian menggunakan data yang berasal dari pengolahan data seperti pada tabel 4.1 sebanyak 100 data. Proses Pengujian akan dilakukan dengan cara melakukan pembagian data dengan menggunakan sklearn train test split. Selanjutnya data dari hasil pengolahan data akan digunakan untuk proses prediksi nutrisi N, P dan K pada kelapa sawit berdasarkan reflektansi multispektral. Data tersebut akan dimasukkan kedalam *deep learning* model *Artificial Neural Network (ANN)*.

4.6 Interpretasi Hasil

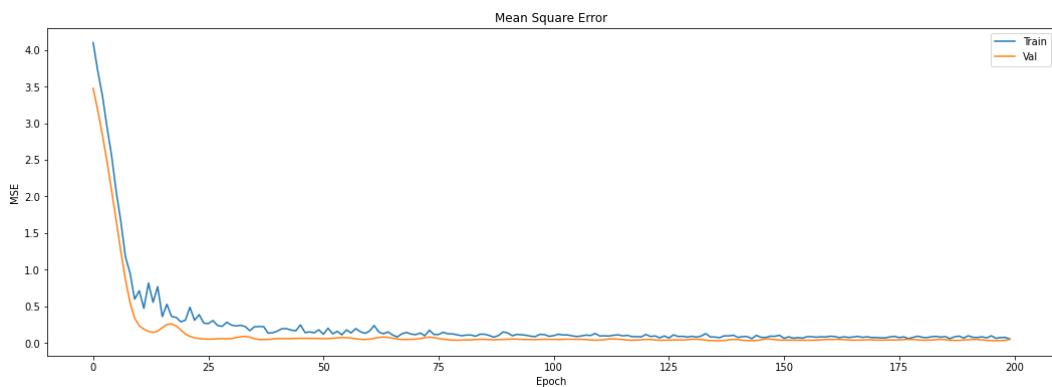
Interpretasi hasil akan menampilkan hasil dari perhitungan model *deep learning Artificial Neural Network(ANN)* yang telah dilakukan menggunakan *google colaboratory* sebagai code editor. Setelah itu akan diambil kesimpulan apakah penggunaan *deep learning Artificial Neural Network(ANN)* dapat melakukan prediksi nutrisi pada tanaman kelapa sawit.

4.6.1 Hasil Model *Artificial Neural Network(ANN)* pada Model N

Pada Hasil penelitian Praktik Kerja Lapangan dengan Model *Artificial Neural Network(ANN)* didapatkan hasil rata-rata akurasi *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.2342. Plotting grafik dapat dilihat pada gambar berikut.

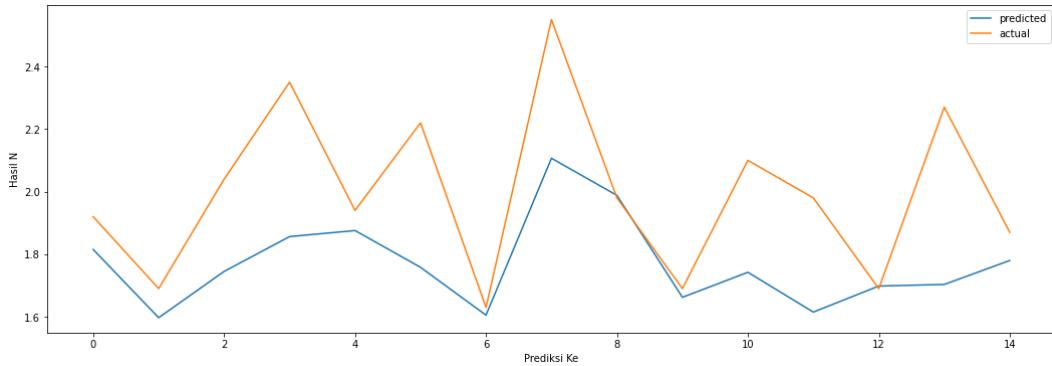


Gambar 4. 8 Grafik Mean Absolute Error untuk Model N



Gambar 4. 9 Grafik Mean Square Error untuk Model N

Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk *Mean Square Error(MSE)* dan *Mean Average Error(MAE)* untuk Model N terlihat pada grafik tidak terjadi overfitting dan underfitting data train dan validasi tidak berbeda terlalu jauh dan didapatkan hasil yang cukup kecil untuk *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.2342 sehingga dapat disimpulkan bahwa model *Artificial Neural Network(ANN)* yang dibuat cukup bagus karena hasil yang didapatkan mendekati nilai 0. Sehingga model yang dibuat konsisten dan rata-rata error keseluruhan data cukup kecil.



Gambar 4. 10 Hasil Prediksi dan Hasil Asli

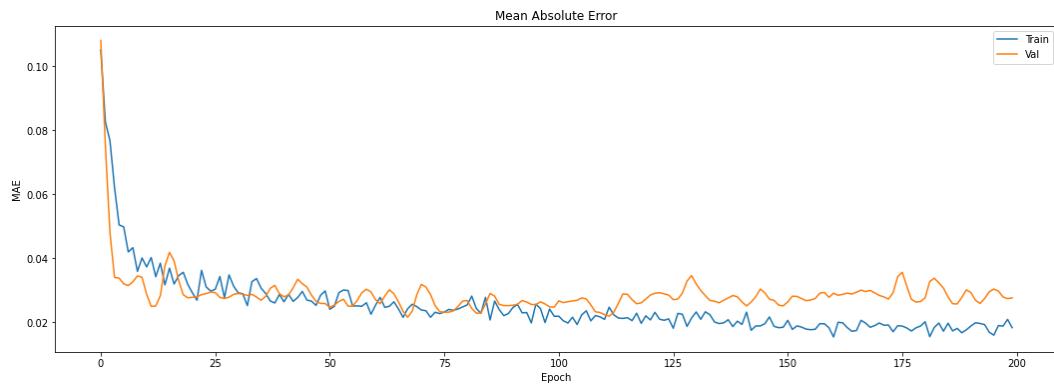
Berdasarkan hasil prediksi berdasarkan *Artificial Neural Network(ANN)* dan hasil asli yang telah didapatkan, beberapa prediksi memiliki perbedaan yang cukup jauh dengan hasil asli dengan standard deviasi sebesar 0.240326341. Hasil tabel prediksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Tabel Cuplikan Prediksi N

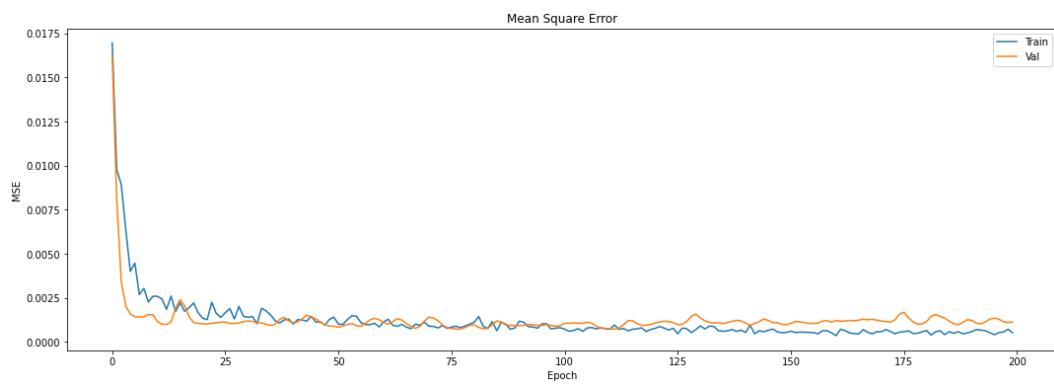
Actual	Predicted
1.92	1.815159
1.69	1.597056
2.04	1.744998
2.35	1.856242
1.94	1.875623

4.6.2 Hasil Model *Artificial Neural Network(ANN)* pada Model P

Pada Hasil penelitian Praktik Kerja Lapangan dengan Model *Artificial Neural Network(ANN)* didapatkan hasil rata-rata akurasi *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.02294. Plotting grafik dapat dilihat pada gambar berikut.

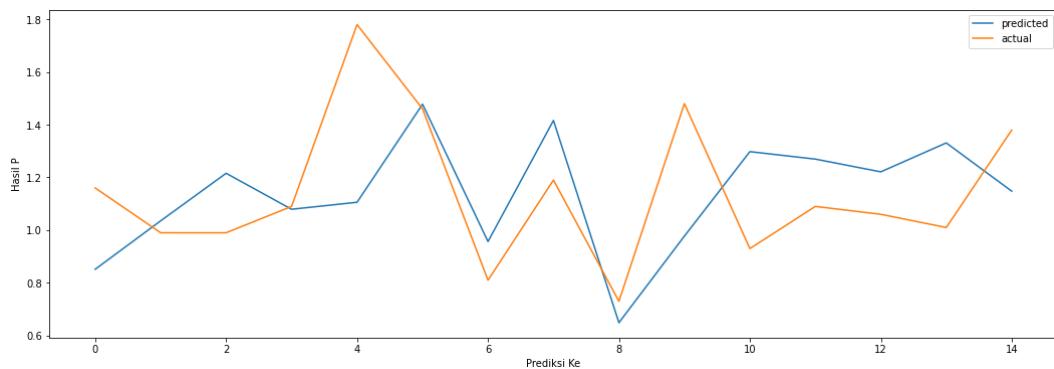


Gambar 4. 11 Grafik Mean Absolute Error untuk Model P



Gambar 4. 12 Grafik Mean Square Error untuk Model P

Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk *Mean Square Error(MSE)* dan *Mean Average Error(MAE)* untuk Model N terlihat pada grafik tidak terjadi overfitting dan underfitting data train dan validasi tidak berbeda terlalu jauh dan didapatkan hasil yang cukup kecil untuk *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.02294 sehingga dapat disimpulkan bahwa model *Artificial Neural Network(ANN)* yang dibuat cukup bagus karena hasil yang didapatkan mendekati nilai 0. Sehingga model yang dibuat konsisten dan rata-rata error keseluruhan data kecil.



Gambar 4. 13 Hasil Prediksi dan Hasil Asli

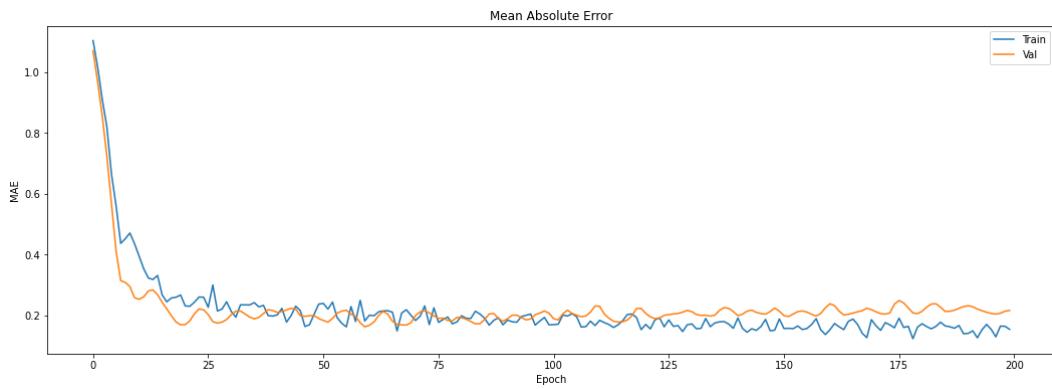
Berdasarkan hasil prediksi berdasarkan *Artificial Neural Network(ANN)* dan hasil asli yang telah didapatkan, beberapa prediksi memiliki perbedaan yang cukup jauh dengan hasil asli dengan standard deviasi sebesar 0.054915555. Hasil tabel prediksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Tabel Cuplikan Prediksi P

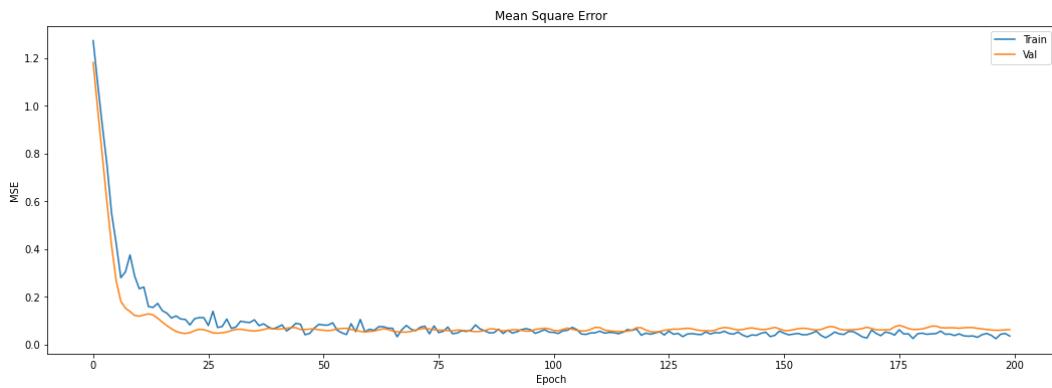
Actual	Predicted
0.22	0.244997
0.28	0.234716
0.22	0.22188
0.21	0.196426
0.26	0.221143

4.6.3 Hasil Model *Artificial Neural Network(ANN)* pada Model K

Pada Hasil penelitian Praktik Kerja Lapangan dengan Model *Artificial Neural Network(ANN)* didapatkan hasil rata-rata akurasi *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.2334. Plotting grafik dapat dilihat pada gambar berikut.

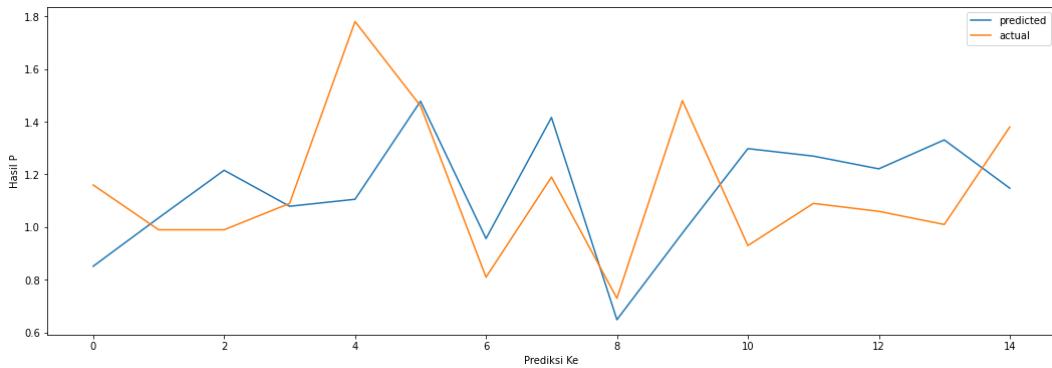


Gambar 4. 14 Grafik Mean Absolute Error untuk Model K



Gambar 4. 15 Grafik Mean Square Error untuk Model K

Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk *Mean Square Error(MSE)* dan *Mean Average Error(MAE)* untuk Model N terlihat pada grafik tidak terjadi overfitting dan underfitting data train dan validasi tidak berbeda terlalu jauh dan didapatkan hasil yang cukup kecil untuk *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.2334 sehingga dapat disimpulkan bahwa model *Artificial Neural Network(ANN)* yang dibuat cukup bagus karena hasil yang didapatkan mendekati nilai 0. Sehingga model yang dibuat konsisten dan rata-rata error keseluruhan data kecil.



Gambar 4. 16 Hasil Prediksi dan Hasil Asli

Berdasarkan hasil prediksi berdasarkan *Artificial Neural Network*(ANN) dan hasil asli yang telah didapatkan, beberapa prediksi memiliki perbedaan yang cukup jauh dengan hasil asli dengan standard deviasi sebesar 0.246630345 . Hasil tabel prediksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Tabel Cuplikan Prediksi K

Actual	Predicted
1.16	0.851459
0.99	1.035262
0.99	1.215816
1.09	1.079194
1.78	1.105745

4.7 Perbandingan hasil prediksi N, P dan K dari model regresi dan *Artificial Neural Network*

Berdasarkan Hasil yang didapat dari model regresi oleh (Kaliana, 2018) untuk 25 titik tanaman kelapa sawit pada IPC-Cargill Bogor didapatkan hasil MAE untuk model regresi nutrisi Nitrogen sebesar 0.0932, untuk model regresi nutrisi Fosfor sebesar 0.01336 dan model regresi nutrisi Kalium sebesar 0.07676. sedangkan hasil yang didapatkan penulis, hasil MAE untuk model *Artificial Neural*

Network nutrisi Nitrogen sebesar 0.2342, untuk model *Artificial Neural Network* nutrisi Fosfor sebesar 0.02294 dan untuk model *Artificial Neural Network* nutrisi Kalium sebesar 0.2334.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Proyek Praktik lapangan kerja berjudul “IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK PREDIKSI NUTRISI TANAMAN KELAPA SAWIT BERDASARKAN REFLEKTANSI MULTISPEKTRAL PADA CITRA SATELIT”. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat diperoleh simpulan sebagai berikut.

1. Prediksi kandungan nutrisi N, P dan K pada tanaman kelapa sawit menggunakan citra satelit dapat dilakukan dengan efektif dan efisien menggunakan *Deep learning Artificial Neural Network*
2. Pada pengujian menggunakan reflektansi multispektral menggunakan citra satelit untuk prediksi nutrisi N menggunakan model deep learning *Artificial Neural Network(ANN)* pada tanaman kelapa sawit dapat berjalan dengan baik dengan nilai *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.2342 sedangkan untuk hasil prediksi tidak terlalu beda jauh dengan hasil asli dengan standard deviasi sebesar 0.240326341 .
3. Pada pengujian menggunakan reflektansi multispektral menggunakan citra satelit untuk prediksi nutrisi P menggunakan model deep learning *Artificial Neural Network(ANN)* pada tanaman kelapa sawit dapat melakukan prediksi dengan tingkat kesalahan sangat kecil dengan nilai *Mean Average Error(MAE)* sebesar 0.02294 dengan standard deviasi sebesar 0.054915555.
4. Pada pengujian menggunakan reflektansi multispektral menggunakan citra satelit untuk prediksi nutrisi K menggunakan model deep learning *Artificial Neural Network(ANN)* pada tanaman kelapa sawit dapat melakukan prediksi yang lumayan dengan nilai *Mean Average Error(MAE)* yang mirip dengan prediksi nutrisi N sebesar 0.2334 dengan standard deviasi sebesar 0.246630345.

5. Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk pengujian menggunakan reflektansi multispektral menggunakan citra satelit untuk prediksi nutrisi N, P dan K didapatkan hasil yang cukup memuaskan sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan reflektansi multispektral citra satelit sentinel-2 dengan model deep learning *Artificial Neural Network(ANN)* dapat membuktikan bahwa model dapat melakukan prediksi nutrisi N, P dan K pada tanaman kelapa sawit
6. Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk perbandingan hasil prediksi N, P dan K menggunakan model regresi dan *Artificial Neural Network* dapat disimpulkan bahwa penggunaan model regresi lebih bagus dalam melakukan prediksi nutrisi N, P dan K.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, maka terdapat beberapa saran yang dapat dicoba untuk meningkatkan kinerja model ini yaitu sebagai berikut.

1. Kepada pengembang pada tahap pengolahan data untuk mencari nilai-nilai per pixel dari raster band pada citra satelit sentinel-2 masih kurang maksimal karena resolusi dari band sentinel-2 band 1-12 memiliki perbedaan besar sehingga diperlukan untuk meningkatkan resolusi hasil dari sentinel-2 agar semua resolusi dari raster band sama.
2. Kepada pengembang dataset yang digunakan hanya berjumlah 100 data saja sehingga hasil yang didapatkan kurang maksimal.
3. Kepada pengembang dapat memperbaiki model deep learning *Artificial Neural Network(ANN)* yang telah dibuat agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- ALFERDO, A., 2015. *DOCUMENT*. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.SCRIBD.COM/DOCUMENT/378321723/KAPAN-MENGGUNAKAN-MAE-DAN-MSE](https://www.scribd.com/document/378321723/KAPAN-MENGGUNAKAN-MAE-DAN-MSE)
- B. P. S., 2019. *STATISTIK KELAPA SAWIT INDONESIA 2019*. JAKARTA: BADAN PUSAT STATISTIK.
- ESA., 2015. *SENTINEL-2 USER HANDBOOK*.
- GOH, K., C.B, T., P.S, C. & S.B, C., 1998. *FERTILIZER MANAGEMENT IN OIL PALM AGNOMIC. APPLIED AGRICULTURAL RESEARCH SDN BHD*.
- ILALIYAH, S. & NILOGIRI, A., 2018. IMPLEMENTASI DEEP LEARNING PADA IDENTIFIKASI JENIS TUMBUHAN BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. *JURNAL SISTEM & TEKNOLOGI INFORMASI INDONESIA*, 3(2), PP. 49-56.
- KALIANA, I., 2018. DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR OIL PALM FERTILIZER REQUIREMENT BASED ON PRECISION AGRICULTURE. *DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR OIL PALM FERTILIZER REQUIREMENT BASED ON PRECISION AGRICULTURE*.
- KALIANA, I., SEMINAR, K. B., SUDRAJAT & RUSIAWAN, D. I., 2019. NUTRIENT CONTENT PREDICTION OF LEAVES IN OIL PALM PLANTATION USING SENTINEL-2 SATELLITE IMAGERY. *SMART AGRICULTURE FOR ENVIRONMENTALLY AND CONSUMER FRIENDLY FOOD PRODUCTION*, PP. 100-107.
- OLIVER, A., 2021. *TECHS & DATA*. [ONLINE] AVAILABLE AT: [HTTPS://GLINTS.COM/ID/LOWONGAN/GOOGLE-COLAB-ADALAH/#.YBM6VL1BYHU](https://glints.com/id/lowongan/google-colab-adalah/#.YBM6VL1BYHU)

RENDANA, M. ET AL., 2015. A REVIEW OF METHODS FOR DETECTING NUTRIENTS STRESS OF OIL PALM IN MALAYSIA. *JOURNAL OF APPLIED ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SCIENCES*, VOLUME 5, PP. 60-64.

SHAFI, U., MUMTAZ, R., GARCÍA-NIETO, J. & HASSAN, S. A., 2019. PRECISION AGRICULTURE: TECHNIQUES AND PRACTICES. P. 1–25.