

---

## KLASIFIKASI POHON KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN CITRA LIDAR DENGAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Imha Luchman<sup>1</sup>, Theresia Wati, S.Kom., MTI.<sup>2</sup>, Desta Sandya Prasvita, S.Kom., M.Kom.<sup>3</sup>,  
Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta  
imha@upnvj.ac.id, theresiawati@upnvj.ac.id, destdesta.sandya@upnvj.ac.id  
Jl. Rs. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12450, Indonesia

**Abstrak.** Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas yang sangat penting di dunia. Hal ini disebabkan karena kelapa sawit dapat diolah menjadi minyak kelapa sawit yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Indonesia sebagai negara produsen terbesar kelapa sawit di dunia memiliki luas tutupan perkebunan kelapa sawit hingga 16 juta hektar. Perkebunan kelapa sawit yang luas dapat memunculkan beragam masalah lingkungan seperti penebangan hutan untuk pembebasan lahan atau pun rusaknya ekosistem hutan. Dengan perpaduan model klasifikasi citra convolutional neural network pada data remote sensing LiDAR kita dapat mengklasifikasikan pohon kelapa sawit yang ada pada perkebunan yang luas secara jarak jauh sehingga kita dapat mengetahui tingkat efisiensi penggunaan sumber daya dan lahan pada perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan data remote sensing LiDAR pada perkebunan kelapa sawit di daerah Kalimantan yang didapatkan dari PT Pudjiastuti Geosurvey. Pada penelitian ini didapatkan akurasi tertinggi hingga 98% serta akurasi validasi hingga 86%.

Kata kunci: *Kelapa sawit, Convolutional neural network, Remote Sensing*

### 1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman yang paling pesat perkembangannya di daerah tropis karena nilai ekonominya yang tinggi, terutama di Malaysia dan Indonesia. Di Indonesia minyak kelapa sawit sudah menjadi suatu komoditas yang sangat penting dalam roda perekonomian masyarakat Indonesia dikarenakan minyak kelapa sawit sering digunakan sebagai bahan baku terutama pada industri minyak goreng. Menurut (Li et al., 2019)

Dalam proses pengelolaan perkebunan kelapa sawit aspek pembukaan lahan, pembenihan hingga pemanenan sangat penting. Untuk memastikan kualitas dan produktifitas pada hasil perkebunan kelapa sawit proses pembenihan, penanaman, pengendalian hama, pemeliharaan dan pemantauan dari tanaman kelapa sawit serta proses panen buah dari kelapa sawit harus diperhatikan [1]

Proses pemantauan secara manual pada perkebunan kelapa sawit dapat memakan waktu yang banyak. Oleh karena itu lebih baik pemantauan dilakukan secara otomatis menggunakan komputer yang akan mempersingkat proses pendataan pohon kelapa sawit. Penginderaan jauh atau remote sensing adalah suatu metode untuk memperoleh informasi spasial dari suatu objek yang dapat dilakukan secara tidak langsung atau bahkan dari jarak yang jauh dari objek yang diamati. Penggunaan secara langsung adalah proses dimana gambar yang didapatkan digunakan untuk memperoleh informasi mengenai tanah, dll yang dapat diproses oleh komputer (Bayu S et al., 2014).

Teknologi remote sensing LiDAR adalah teknologi yang dapat digunakan untuk mendeteksi perkembangan dan pemetaan pada perkebunan kelapa sawit seperti mendeteksi perubahan lingkungan perkebunan kelapa sawit, menghitung jumlah pohon kelapa sawit yang ada, mengestimasi umur, mendeteksi penyakit atau hama, dan mengestimasi hasil panen dari suatu perkebunan kelapa sawit..

Data remote sensing LiDAR dapat dipadukan dengan metode template matching sebagai metode untuk melakukan perhitungan secara otomatis terhadap pohon kelapa sawit yang terdapat di kecamatan Air Upas kabupaten Ketapang dengan hasil akurasi yang mencapai 95% [3].

Pada penelitian ini objek yang akan di klasifikasi berupa penampang atas pohon kelapa sawit atau yang disebut sebagai palm tree crown. Penggunaan metode deep learning convolutional neural network CNN pada perkebunan kelapa sawit di daerah

malaysia berhasil mendapatkan akurasi deteksi hingga 92%-97% pada citra satelit resolusi tinggi [4]. Selain itu metode CNN-dua rangkap atau two-stage CNN didapatkan hasil F1-Score hingga 94%[5]Sejauh ini belum ada penelitian yang memadukan antara model klasifikasi citra berbasis deep learning CNN untuk mengidentifikasi kelapa sawit pada data LiDAR. Penelitian ini bertujuan untuk membangun dataset citra LiDAR dan model klasifikasi kelapa sawit yang menerapkan convolutional neural network untuk mengklasifikasi pohon kelapa sawit pada perkebunan kelapa sawit yang telah disurvei menggunakan teknologi remote sensing LiDAR sehingga dapat meningkatkan efisiensi sumber daya yang ada, yang secara tidak langsung dapat meningkatkan produksi dan mengurangi pembebasan hutan sebagai lahan perkebunan kelapa sawit.

## 2. LANDASAN TEORI.

### 2.1. Kelapa Sawit

Ciri umum tanaman kelapa sawit menurut adalah memiliki batang yang tidak bercabang. Terjadinya pembentukan batang yang melebar tanpa terjadinya pemanjangan internodia(ruas) pada fase muda(seedling), serta titik tumbuh yang terdapat di pucuk batang dan tertutup di bawah tajuk daun. Selain itu di batang tanaman kelapa sawit juga terdapat pelepah-pelepah daun yang melekat kokoh[6].

### 2.2. Deep Learning

Deep learning merupakan salah satu bagian dari machine learning atau pembelajaran mesin yang menggunakan deep neural network. Deep neural network merupakan sebutan untuk neural network yang dimana terdapat beberapa hidden layer di setiap proses pembelajarannya. Pada deep learning pengaturan nilai hyperparameter yang tepat sangat diperlukan, selain itu kinerja deep learning sangat dipengaruhi oleh banyaknya hidden layer dan jumlah neuron yang di gunakan [7].

### 2.3. Pengindraan jauh / Remote sensing

Pengindraan jauh atau remote sensing adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung terhadap obyek atau fenomena yang dikajji. Dewasa ini, teknologi pengindraan jauh seringkali di erapkan pada bidang pertanian atau perkebunan untuk mengurangi risiko kehilangan potensi produksi hasil pertanian atau perkebunan (Susetyo & Setiono, 2013).

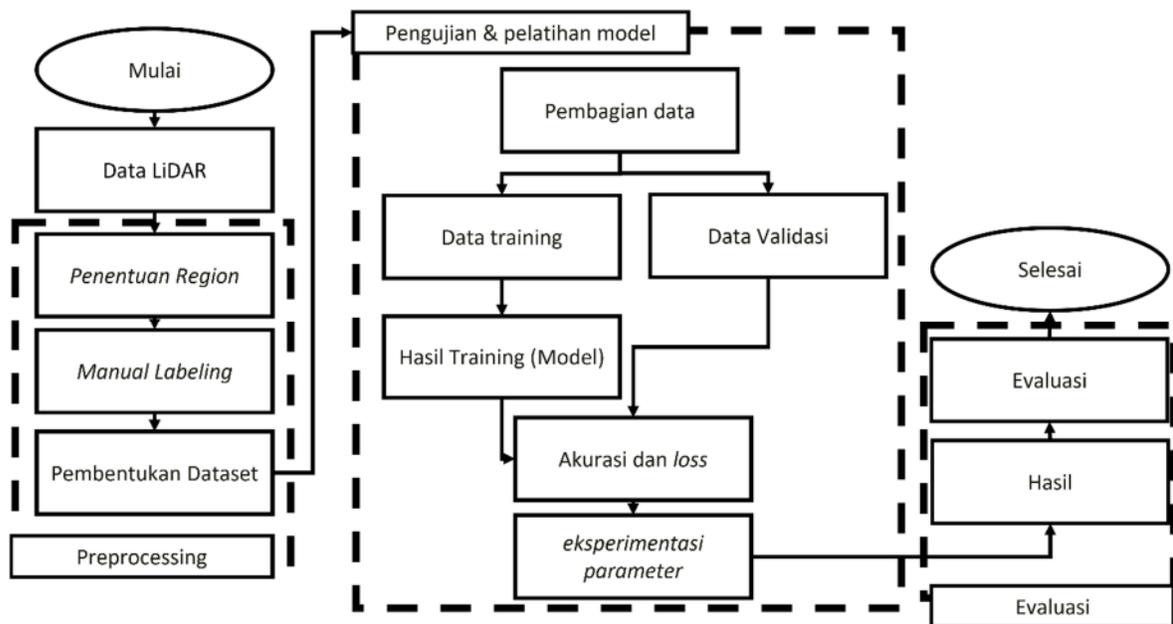
### 2.4. LiDAR

LiDAR atau yang juga likenal sebagai LADAR adalah singkatan dari Light Detection and Ranging merupakan teknologi pengindraan jauh yang memanfaatkan pancaran sinar cahaya yang intens dan terfokus untuk mengukur waktu yang diperlukan agar pantulan terdeteksi oleh sensor. Informasi ini digunakan untuk menghitung rentang, atau jarak suatu objek. LiDAR memiliki kesamaan dengan RADAR(Radio Detection and Ranging) tetapi perbedaannya adalah LiDAR menggunakan gelombang cahaya laser sedangkan RADAR menggunakan gelombang radio [9]

### 2.5. Convolutional Neural Network (CNN)

Secara fungsi CNN memiliki fungsi yang mirip dengan JST pada tradisional dimana keduanya terdiri dari neuron yang dapat meng-optimalisasi secara mandiri melalui proses pembelajaran atau learning. Setiap neuron tetap menerima input dan melakukan operasi-operasi yang terjadi pada banyak JST lainnya. Namun perbedaan antara CNN dan JST tradisional lain adalah CNN sering digunakan pada bidang pengenalan pola pada citra. Sehingga kita dapat menanamkan fitur yang lebih spesifik terhadap citra sehingga CNN lebih tepat untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi pada citra (O'Shea and Nash, 2015). *Salah satu kekurangan yang ada pada JST tradisional adalah JST tradisional cenderung mengalami kesulitan jika digunakan pada perhitungan yang rumit pada data citra terutama citra yang memiliki dimensi yang besar*[10]

## 3. METODE PENELITIAN



**Gambar 3.1.** Metode Penelitian

Berdasarkan diagram alur metode penelitian pada Gambar 1, dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

### 3.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, akan dilakukan pengumpulan data serta pembentukan dataset dari data yang digunakan sebagai bahan penelitian. Data yang dibutuhkan diambil dari hasil remote sensing LiDAR PT Asi Pudjiastuti Geosurvey. Data yang dikumpulkan berupa citra perkebunan kelapa sawit melalui sensor LiDAR.

#### 3.1.1. *Dataset LiDAR*

Pada tahapan ini dataset terlebih dahulu disiapkan. Data citra yang disiapkan memiliki fitur dengan berupa: RGB, intensity, DEM dan DSM.

#### 3.1.2. *Penentuan region*

Pada tahapan ini akan dilakukan pemilihan pada region/area dari keseluruhan data yang mewakili data secara keseluruhan. Region yang dipilih adalah 4 area yang berbeda di mana setiap area memiliki berbagai macam komposisi sample. ukuran dari setiap area yang terpilih adalah 1500 x 1500 piksel. Gambar 3.3 mengilustrasikan pemilihan region.

#### 3.1.3. *Manual labelling*

Pada tahapan ini dari 4 region/area yang telah di pilih penulis akan melakukan pengumpulan sample. Sample akan diambil dari setiap objek yang ada di area tersebut, sample yang dipilih adalah contoh sample dari pohon kelapa sawit, dan non kelapa sawit seperti vegetasi lain, jalanan dan bangunan. Gambar 3.5 menunjukkan proses manual labelling.

### 3.1.4. *Pembagian data*

Kemudian di tahap ini sample yang sudah dikumpulkan akan dibagi menjadi 64:16:20% yaitu 64% data training dan 20% data testing dan 16% data validasi dari setiap data training, data testing dan data validasi sample yang digunakan akan dipilih secara random

## 3.2. **Perancangan model CNN**

Pada tahap ini akan dilakukanya perancangan arsitektur model CNN yang akan digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian data. Pada tahapan ini akan dilakukan eksperimen parameter yang dapat memberikan akurasi terbaik untuk mengklasifikasikan kelapa sawit.

### 1. *Eksperimen Parameter*

Pada tahap ini akan di lakukan eksperimen terhadap kombinasi dari parameter untuk mendapatkan akurasi dan akurasi validasi dari perpaduan kombinasi parameter yang berbeda.

### 2. **.Evaluasi**

Pada tahapan evaluasi akan dilakukan perbandingan dengan ground truth untuk melakukan perhitungan akurasi dari hasil pendeteksian kelapa sawit pada area penelitian.

## 3.3. **Analisis Hasil**

Pada tahap ini akan melakukan interpretasi hasil yang didapatkan dari pelatihan model klasifikasi dan eksperimen parameter yang telah di lakukan dengan membandingkan nilai akurasi pada setiap kombinasi parameter

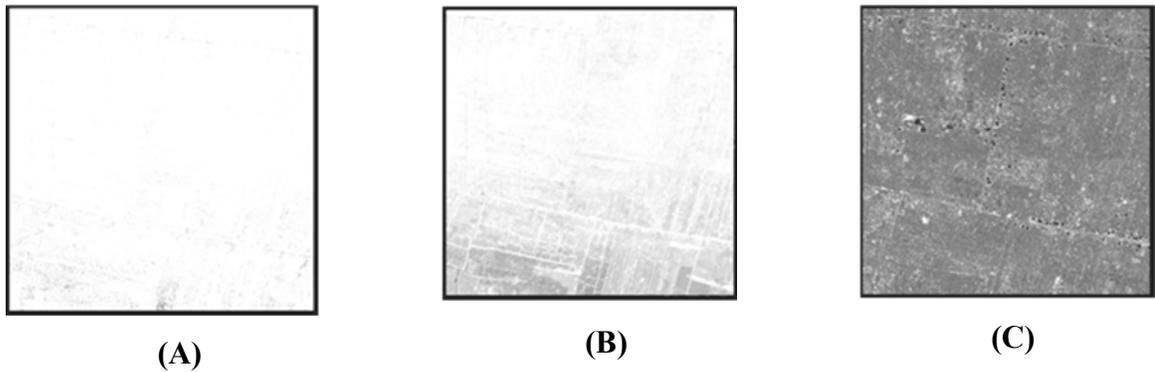
## 3.4. **Kesimpulan**

Tahap ini memasuki kesimpulan dari keseluruhan hasil klasifikasi citra dengan CNN terhadap model yang telah didapatkan dan tingkat akurasi yang didapatkan, serta saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya untuk mengembangkan penelitian ini.

## 4. **HASIL DAN PEMBAHSAN**

### 4.1. **Data**

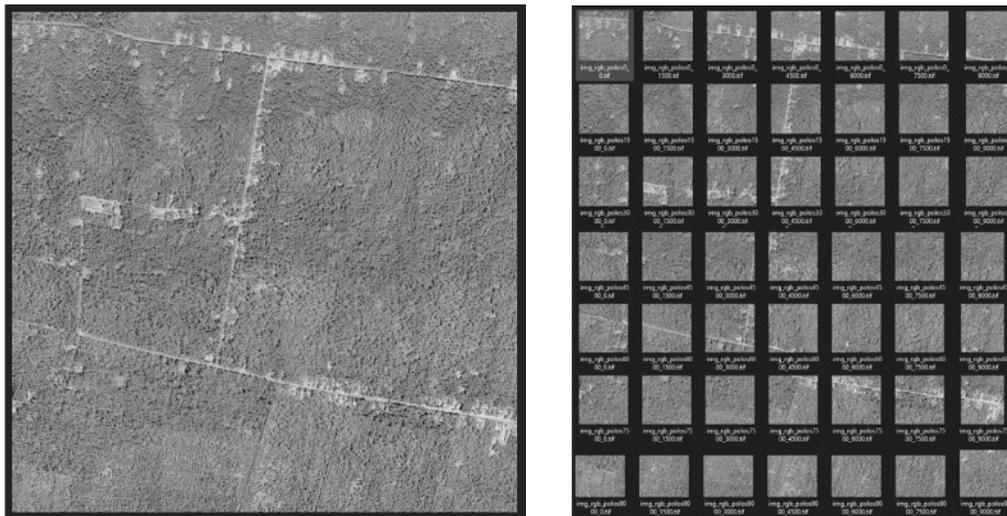
Citra yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra LiDAR yang di sediakan oleh PT Asi Pudjiastuti Geosurvey. Data yang di gunakan berukuran 10500 x 10500 piksel. Gambar 4.1. mengilustrasikan data yang belum diolah yang memiliki 3 chanel DEM, DSM, dan *Intensity*.



**Gambar 4.1. Data citra (a) DEM, (b) DSM, (c) Intensity**

#### 4.1.1. *Cropping Region*

Pada tahap ini citra awal yang memiliki ukuran 10500x10500 pixel akan dibagi terlebih dahulu menjadi 49 bagian yang terdiri dari citra berukuran 1500 x 1500 pixel. Gambar 4.2. mengilustrasikan data sebelum dan sesudah proses *cropping region*.



**Gambar 4.2. Ilustrasi *Cropping region***

#### 4.1.2. *Pembentukan dataset*

Pada tahap ini dataset akan digenerasi dan di bagi menjadi 2 kelas yaitu kelas sawit dan non-sawit.gambar .

#### 4.1.3. *Normalisasi citra*

Sebelum data digunakan untuk proses pelatihan dan pengujian oleh model, maka sebelumnya data akan melewati tahap normalisasi terlebih dahulu. Pada tahap ini normalisasi

data yang digunakan yaitu dengan metode *MinMaxScaler*, metode *MinMax* digunakan karena *MinMax Scaling* dapat menghasilkan data rentang 0 hingga 1 yang bernilai positif sehingga dapat membantu proses pelatihan model berjalan lebih baik.

#### 4.1.4. Penggabungan channel citra

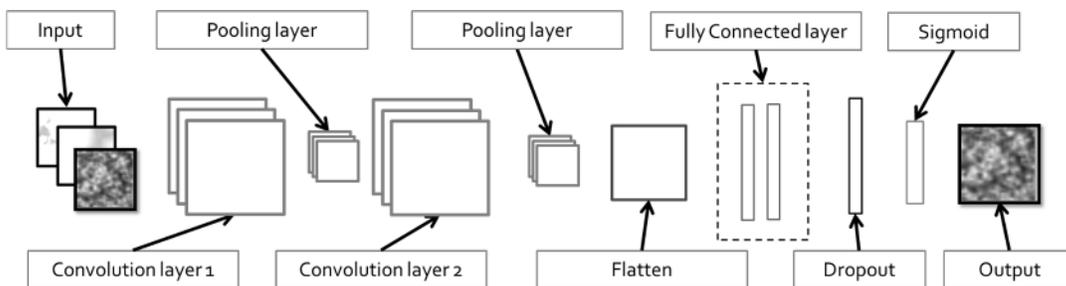
Citra yang telah di normalisasi kemudian di gabungkan menjadi 1 data citra dengan 3 chanel yang berbeda. Data ini yang akan digunakan untuk proses training pada model CNN.

#### 4.1.5. Pembagian data

Dataset dibagi menjadi 3 bagian yaitu training set, testing set dan validation set dengan menggunakan library `train_test_split` dari `sklearn.model_selection` pembagian data untuk penilitan ini yaitu dengan membagi data dari total data menjadi 64% data training atau training set 16% data validasi atau validation set dan 20% menjadi testing data atau testing set seperti yang di ilustrasikan pada tabel 4.1.

### 4.2. Perancangan arsitektur model CNN

Diilustrasikan pada gambar 4.16. Arsitektur pada model CNN yang akan digunakan terdiri dari 2 *convolution layer* yang masing-masing akan diikuti dengan *maxpooling layer* tahap ini disebut sebagai tahapan *feature learning*, dilanjutkan dengan 2 *fully connected layer*, 1 *dropout layer* dan 1 *fully connected layer* dengan fungsi aktfiasi sigmoid untuk klasifikasi dimana bagian ini adalah tahapan *classification*.

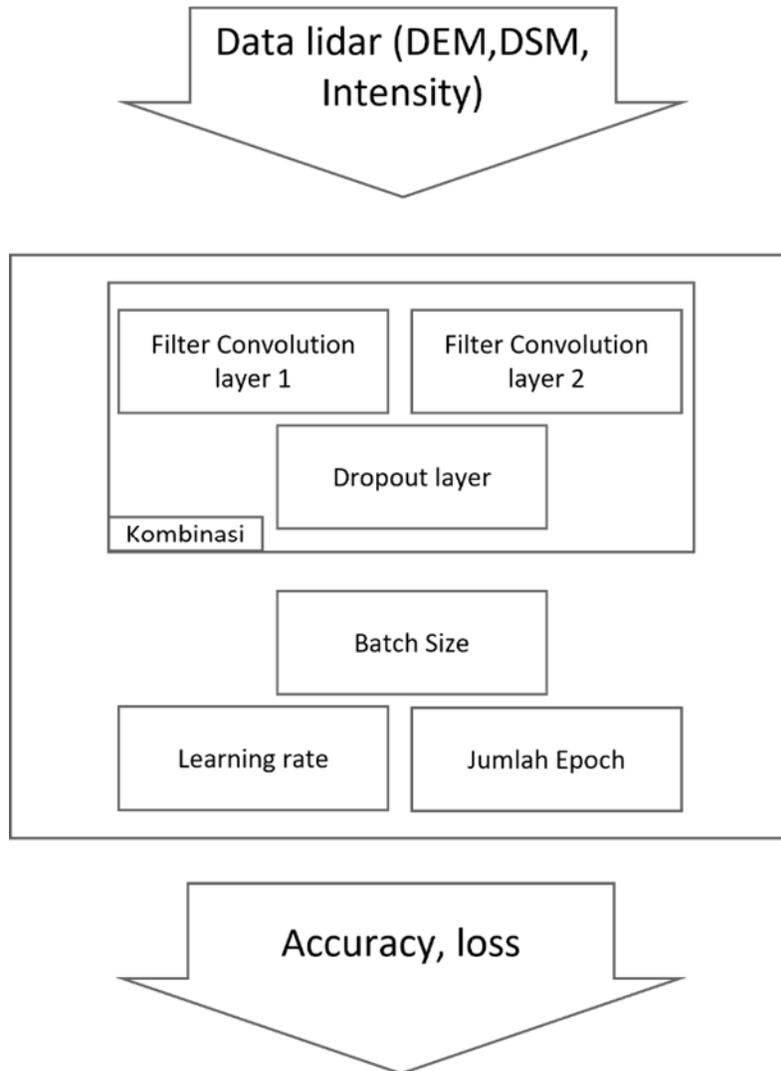


Gambar 4.16. Aritektur model CNN

#### 4.1. Eksperimen *Parameter*

Seperti yang diilustrasikan pada gambar 4.. Dalam penelitian ini eksperimen akan dilakukan pada parameter-parameter yang terdapat pada layer konvolusi seperti jumlah feature map yang dihasilkan pada lapisan konvolusi dan jumlah neuron yang akan dinon-aktifkan pada dropout layer, selain itu dilakukan eksperimen pada jumlah *epoch*, *batch size* dan *learning*

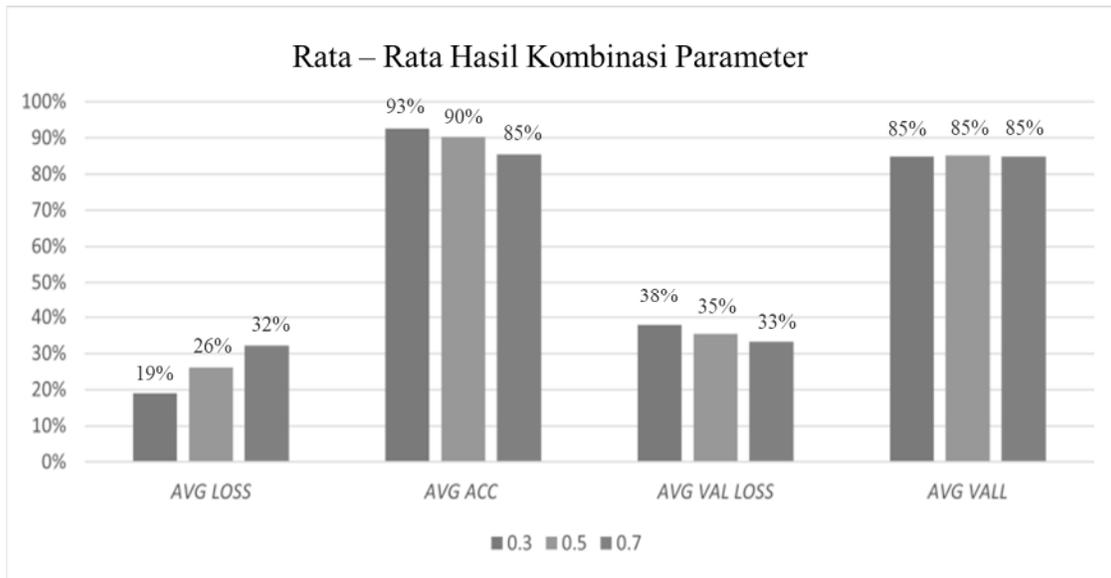
*rate*. Pada tahap akhir penelitian akan dilakukan eksperimen terhadap kombinasi parameter pada layer konvolusi 1, 2, dan *dropout* dengan jumlah *epoch*, *batch size* dan *learning rate* yang ditentukan.



Gambar 4.17. Gambar Ilustrasi eksperimen pada parameter

#### 4.2. Hasil kombinasi parameter

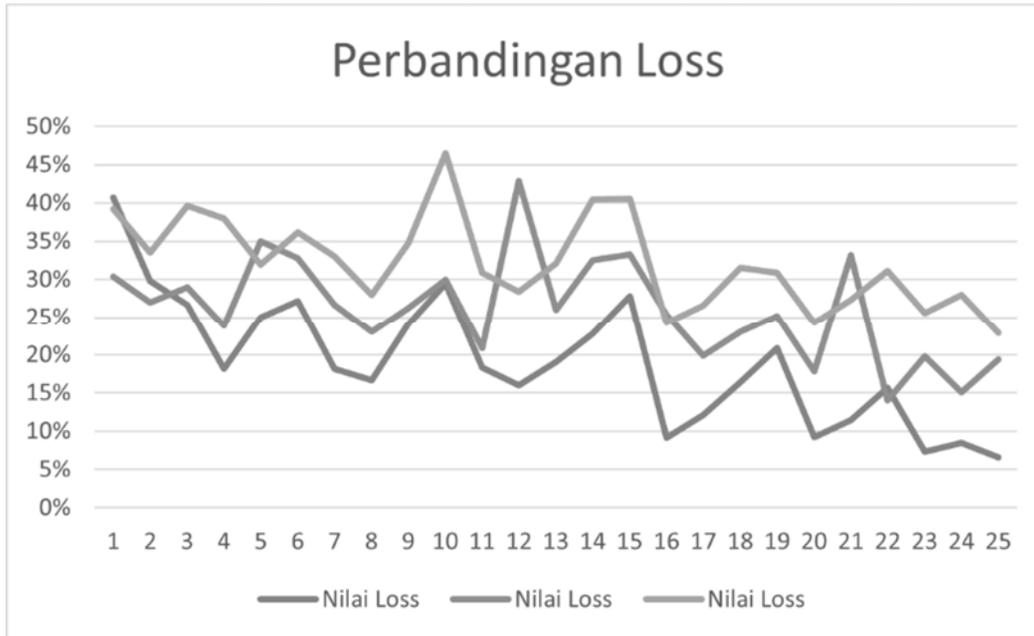
Pada grafik yang di tunjukan pada gambar 4.24. menunjukkan perbandingan hasil dari eksperimen kombinasi parameter yang telah di lakukan. dapat dilihat bahwa pemberian *dropout layer* dapat mengurangi rata-rata *validation loss* , dan selisih antara rata-rata akurasi dan akurasi validasi, tetapi meningkatkan nilai *loss* dan mengurangi akurasi.



**Gambar 4.24. Grafik rata-rata hasil**

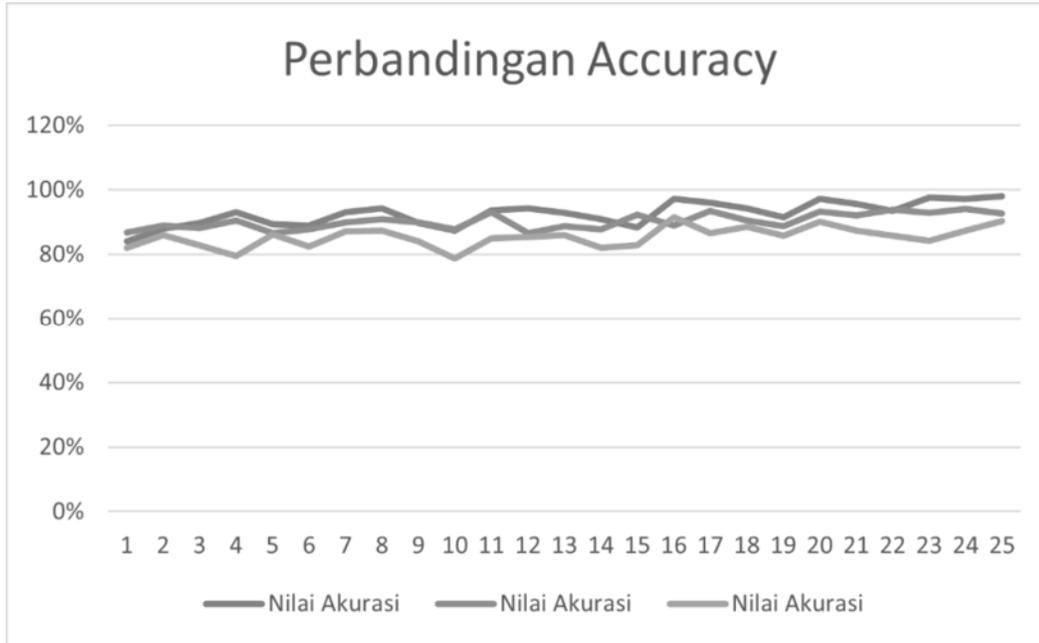
#### 4.2.1. Perbandingan *loss*

Dari eksperimen kombinasi parameter di dapatkan hasil *loss* yang akan di tampilkan



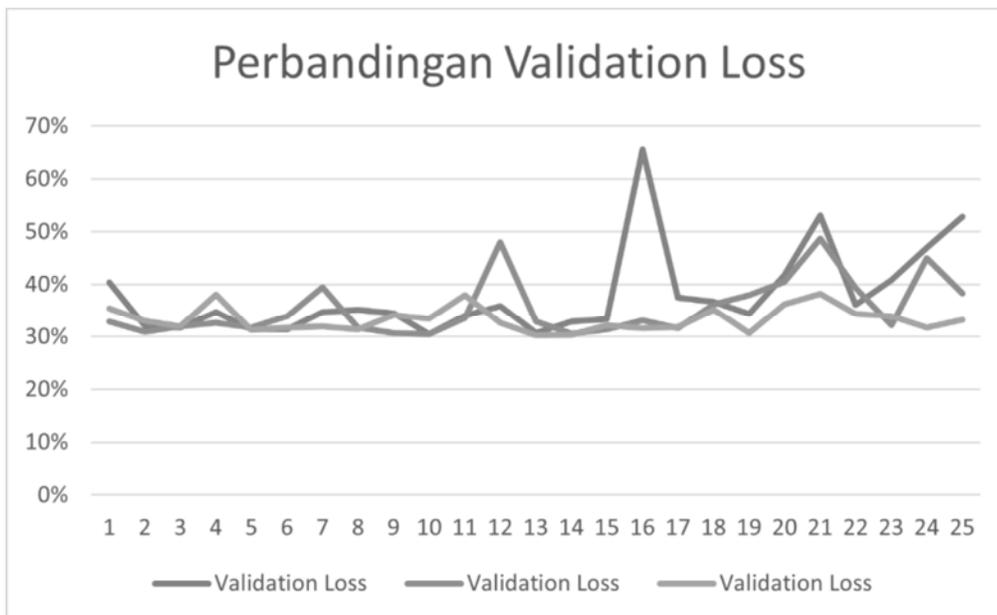
**Gambar 4.25. Perbandingan *loss***

**4.2.2. Perbandingan accuracy**



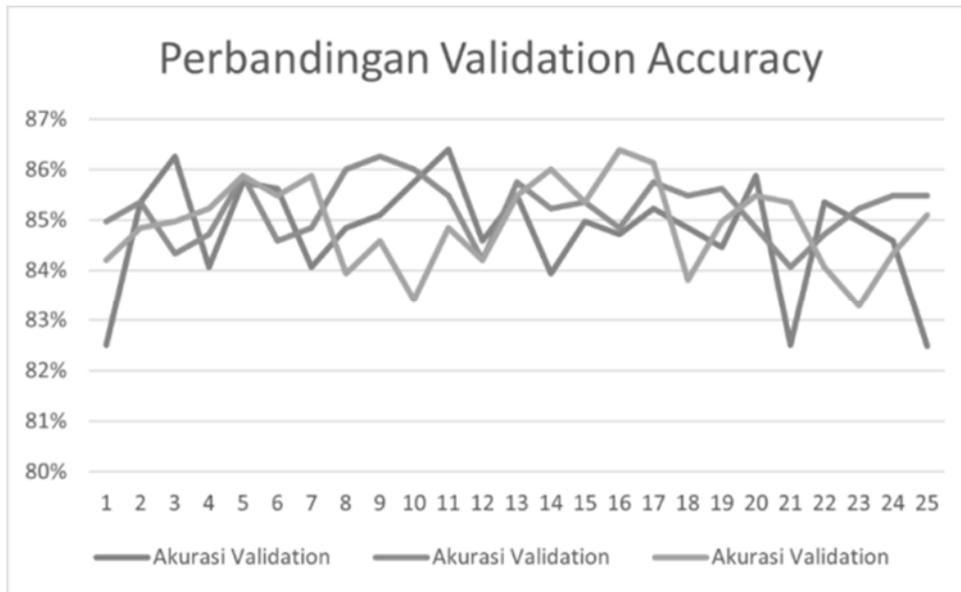
**Gambar 4.26. Perbandingan accuracy**

**4.2.3. Perbandingan Validation Loss**



**Gambar 4.27. Perbandingan validation loss**

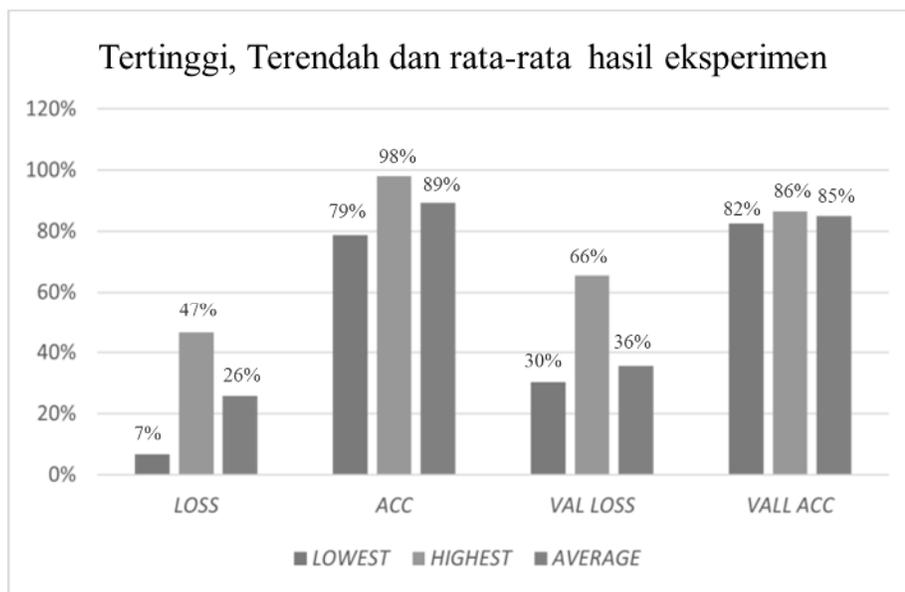
**4.2.4. Perbandingan Validation accuracy**



**Gambar 4.28. Perbandingan validation accuracy**

#### 4.1.Evaluasi

Dari seluruh hasil eksperimen didapatkan hasil berupa nilai *loss* terendah sebesar 7% dan nilai *loss* tertinggi yang di dapatkan sebesar 47% dengan rata-rata nilai *loss* sebesar 26%. Untuk nilai akurasi terendah adalah sebesar 79% dan nilai akurasi tertinggi 98% dengan rata 89%. Kemudian untuk nilai *validation loss* didapatkan nilai *validation loss* terendah sebesar 30% dan nilai *validation loss* tertinggi sebesar nilai 66% dengan rata-rata sebesar nilai 36%. Lalu pada akurasi validasi didapatkan nilai terendah sebesar 82% dan akurasi validasi tertinggi sebesar 86% dengan rata-rata akurasi validasi sebesar 85%. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa dengan parameter yang tepat model yang dapat memiliki akurasi yang tinggi dalam klasifikasi kelapa sawit pada data LiDAR . Hasil berikut di ilustrasikan dengan grafik pada gambar 4.29.



**Gambar 4.29. Perbandingan hasil**

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai implementasi Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengklasifikasikan data citra LiDAR, dapat disimpulkan bahwa:

1. Convolutional Neural Network (CNN) memiliki kemampuan yang baik dalam mengklasifikasikan citra kelapa sawit pada data citra LiDAR.
2. Tingkat akurasi tertinggi yang berhasil didapatkan adalah 98% dan akurasi validasi tertinggi yang di dapatkan adalah 86%
3. Dari percobaan yang di lakukan dapat di simpulkan bahwa parameter yang tepat akan mempengaruhi tingkat akurasi pada proses pelatihan dan pengujian.
4. Parameter yang tepat juga mengurangi beban dalam proses pembelajaran model untuk mendapatkan proses pembelajaran yang efisien.

## Referensi

- [1] D. Sandya Prasvita *et al.*, "KLASIFIKASI POHON KELAPA SAWIT PADA DATA FUSI CITRA LIDAR DAN FOTO UDARA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," 2021.
- [2] S. Bayu S, M. Eng. S. Dr. Ir. Daniel, and STP. M. Dr. Suhardi, "Studi Kondisi Tanaman Kakao Di Kabupaten Mamuju Berdasarkan Sifat Spektral Menggunakan Citra Landsat 8 TM," 2014.
- [3] A. Nauthika, A. Suprayogi, and B. Sudarsono, "IDENTIFIKASI DAN ESTIMASI TINGKAT PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI LiDAR (Studi Kasus : Air Upas, Kabupaten Ketapang)," 2017.
- [4] W. Li, H. Fu, and L. Yu, "Deep convolutional neural network based large-scale oil palm tree detection for high-resolution remote sensing images," 2017.
- [5] W. Li, R. Dong, H. Fu, and L. Yu, "Large-scale oil palm tree detection from high-resolution satellite images using two-stage convolutional neural networks," *Remote Sensing*, vol. 11, no. 1, Jan. 2019, doi: 10.3390/rs11010011.
- [6] I. Sunarko, *Budi Daya Tanaman Kelapa Sawit*. AgroMedia, 2014.
- [7] Ibnu Choldun R.Muh., Santoso Judhi, and Kridanto Surendro, *Determining the Neural Network Topology: A Review*. 2019.

- [8] I. Susetyo and Setiono, “APLIKASI PENGINDERAAN JAUH UNTUK Mendukung Sistem Manajemen Lahan Perkebunan Yang Berkelanjutan Di Perkebunan Karet,” *E-journal Pulitkaret*, vol. 32, no. Nomor 2, 2013.
- [9] K. Schmid *et al.*, “Lidar 101: An Introduction to Lidar Technology, Data, and Applications,” 2012. [Online]. Available: [www.csc.noaa.gov](http://www.csc.noaa.gov)
- [10] K. O’Shea and R. Nash, “An Introduction to Convolutional Neural Networks,” Nov. 2015, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1511.08458>