Digital Transformation Technology (Digitech) | e-ISSN: 2807-9000
Volume 6, **Number** 1, Maret 2026
https://doi.org/10.47709/digitech.v6i1.7807

Estimasi Produksi Kelapa Sawit PT. Arta Prigel Lahat Menggunakan Algoritma Deep Learning

Tri Susanti[1*], Risnaini Masdalipa[2]
[1,2]Institut Teknologi Pagar Alam, Indonesia
[1]trisusantisubagyo8@gmail.com, [2]risnainipga@gmail.com

open access
Histori Artikel:
Diajukan: 13 Januari 2026
Disetujui: 19 Februari 2026
Dipublikasi: 20 Februari 2026
Kata Kunci:
Crisp-Dm, Deep Learning, Estimasi, Produksi, Kelapa Sawit.
Digital Transformation Technology (Digitech) *is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).*

Abstrak
Permasalahan utama dalam produksi kelapa sawit di PT Arta Prigel Lahat adalah ketidakseimbangan antara hasil panen, luas lahan, dan jumlah tanaman, yang menyulitkan proses prediksi secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi produksi kelapa sawit di perusahaan tersebut dengan memanfaatkan algoritma deep learning, yaitu Recurrent Neural Network (RNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM). Metode yang digunakan mengacu pada pendekatan CRISP-DM, yang meliputi tahap pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan penyebaran. Data historis tahun 2022–2024 digunakan sebagai dasar analisis, dengan mempertimbangkan variabel seperti curah hujan, hari hujan, pemupukan rotasi 1 dan 2, luas lahan, jumlah tanaman, dan serangan hama. Evaluasi menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menunjukkan bahwa model RNN memiliki nilai kesalahan sebesar 28,29% dengan estimasi produksi 11.293,25 kg, sedangkan model LSTM memiliki MAPE sebesar 16,27% dengan estimasi 17.503,60 kg. Hasil ini menegaskan bahwa model LSTM lebih unggul dalam mengenali pola jangka panjang dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat, sehingga berpotensi menjadi alat bantu strategis dalam perencanaan produksi kelapa sawit yang adaptif, presisi, dan berbasis data.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit *(Elaeis guineesis)* merupakan tanaman penghasil utama minyak nabati yang mempunyai nilai produktivitas yang lebih tinggi daripada tanaman penghasil minyak nabati lainya. (Putranto Adi, 2025). Kelapa sawit adalah salah satu penghasil minyak nabati dunia dan kini menjadi komuditas yang paling dicari-cari selain harga yang murah dan berlimpah, hasil dari minyak sawit bisa digunakan untuk bahan pangan, bahan kimia, sumber energi terbaru, hinga ke pakan ternak. (Adiwijaya; et al., 2018). Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang ini adalah PT Arta Prigel, yang berperan dalam produksi kelapa sawit dengan sekala besar. (Sukiyono et al., 2022)

PT Arta prigel merupakan perusahaan perkebunan kelapa sawit yang berdiri sejak tahun 1983. Pada tahun 2006, seluruh areal perkebunan kelapa sawit diberikan Hak Guna Usaha (HGU) selama 35 tahun. Akan tetapi pada tahun 2017, PT Arta Prigel ini memutuskan untuk melakukan penanaman ulang diseluruh areal karea tingkat produksi yang sudah tidak produktif. Untuk proses penanaman kelapa sawit bisa menghasilkan dimulai pada tahun 2020, seiring proses produksi kelapa sawit berjalan selama 3 tahun mengalami kendala di karenakan turunya pendapatan perusahaan PT. Arta Prigel yang mengakibatkan perusahaan, merumahkan karyawan PT Arta Prigel.

Masalah utama yang dihadapi PT Arta Prigel Lahat dalam produksi kelapa sawit adalah ketidak seimbangan yang mencolok antara hasil panen mereka dengan luas lahan yang mereka kelola dan jumlah tanaman yang mereka tanam. Kondisi ini menggambarkan adanya potensi besar yang belum termanfaatkan secara optimal, di mana lahan yang luas dan jumlah tanaman yang banyak seharusnya menghasilkan panen yang lebih melimpah. Ketidak seimbangan ini diperparah oleh adanya klaim kepemilikan lahan dari masyarakat sekitar, yang menciptakan ketidak pastian dan berpotensi mengurangi lahan yang tersedia untuk produksi, sehingga semakin memperburuk ketidak seimbangan yang sudah ada. Selain itu, kompleksitas faktor internal seperti *efisiensi* pemeliharaan lahan (meliputi praktik budidaya, pemupukan, dan pengendalian hama penyakit), dan ketersediaan tenaga kerja yang terampil (untuk memastikan pelaksanaan praktik pertanian yang baik), turut mempengaruhi produktivitas kelapa sawit secara keseluruhan. Faktor eksternal seperti perubahan cuaca yang tidak terduga (yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen), serangan hama dan penyakit tanaman (yang dapat menurunkan produksi secara signifikan), serta kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang ketat (yang dapat membatasi penggunaan lahan dan praktik tertentu) juga menambah kompleksitas permasalahan. Lebih lanjut, variabilitas hasil panen yang sulit diprediksi menjadi kendala utama dalam perencanaan dan pengelolaan produksi. Oleh karena itu, dibutuhkan kemampuan perusahaan untuk melakukan pengelolaan faktor internal dan eksternal yang efektif dan terintegrasi, yang memper timbangkan ketidak seimbangan antara hasil produksi dengan luas

lahan dan jumlah tanaman, guna mencapai target produksi yang telah ditetapkan dan keberlanjutan usaha.

Selain itu dengan kemajuan teknologi telah memberikan dampak yang luar biasa terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor industri dan pertanian. Berbagai inovasi, seperti *Internet of Things (IoT),* kecerdasan buatan *(Artificial Intelligence, AI)*, dan pembelajaran mesin *(Machine Learning),* semakin diadopsi secara luas unuk meningkatkan efesiensi dan produktivitas. Salah satu csbsng *AI* yang berkembang pesat adalah *deep learning,* sebuah teknologi yang unggul dalam mengganalisis data berukuran besar dengan tinggat kompleksitas tinggi, sehingga mampu memberikan solusi yang lebih akurat dan efektif untuk berbagai tantangan modern., (Altalak et al., 2022)

Menurut penelitian (Yulianingsih et al., 2022). Dalam penelitian ini adalah membandingkan RNN (*Recurren Neoural Neteork*) dan LSTM *(Long Short-Term Memory)* dalam melakukan peredeksi pada kemacetan lalu lintas. asil perbadingan diperoleh bahwa LSTM memiliki nilai yang lebih tinggi dalam performa dengan mendapatkan nilai akurasi R-Squard sebesar 99.2% jika debandingkan dengan model dengan algoritma RNN yang memiliki nilai akurasi R-Squard sebesar 99,1%.

Melihat dari penelitian sebelumnya, bahwa dengan menggunakan *algoritma deep learning* dengan model RNN dan LSTM dapat digunakan untuk menghasilkan estimasi yang lebih akurat dalam menghasilkan produksi kelapa sawit pada PT Arta Prigel.

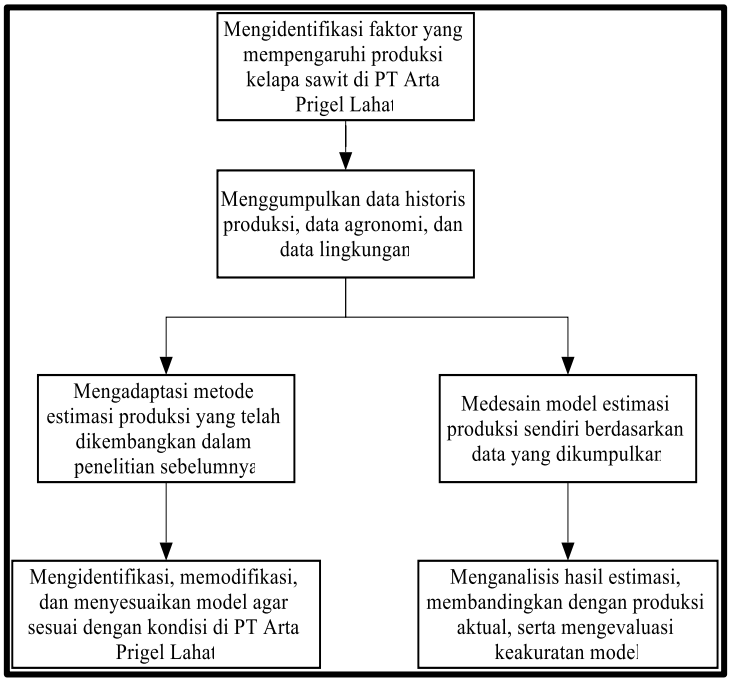
STUDI LITERATUR

Data Mining adalah proses yang digunakan untuk menemukan pola, informasi, atau pengetahuan yang tersembunyi dalam kumpulan data besar. Ini merupakan salah satu teknik utama dalam analisis yang mengabungan metode statistik, *machine learning*, dan *algoritma* komputasi untuk menganalisis data dan mengektrak informasi yang berguna dan dapat digunakan untuk mengambil sebuah keputusan atau estimasi. (Putri & Munawar, 2020)

Estimasi adalah proses atau metode yang digunakan untuk mempredeksi atau memperkirakan nilai suatau parameter atau fenomena berdasarkan data yang ada. Estimasi sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti statistik, ekonomi, sains, dan teknik, untuk membuat keputusan atau predeksi berdasarkan data sample atau pengamatan tertentu., (Ninditama, 2021)

Produksi adalah kegiatan untuk menghasilkan barang atau jasa yang bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan manusia. Kegiatan produktif adalah kegiatanuntuk menghasilkan atau menambah nilai suatu barang atau jasa sehingga memiliki kemampuan lebih untuk dapat digunakan. (Aisyah, 2024)

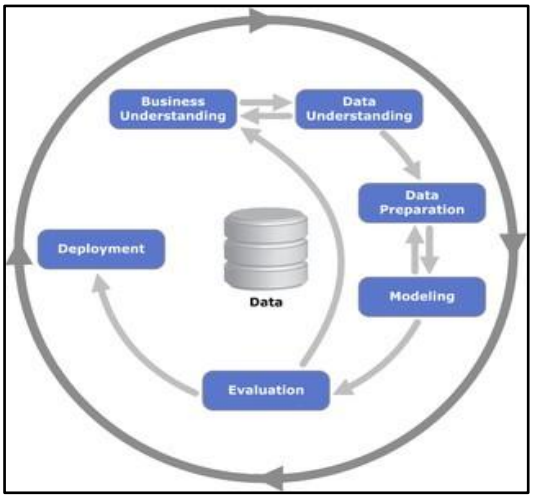
Deep Learning adalah cabang dari machine learning yang mengunakan algoritma neural network dengan lebih dari satu hidden layer (sering di sebut deep neural network) untuk memproses data hierarkis. Setiap hidden layer berfunsi untuk Ekstraksi fitur dari data secara bertahap, mulai pola sederhana hingga pola yang lebih kompleks., (Wardhani et al., 2022).



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian Dari Awal Hingga Evaluasi Model Estimasi Produksi Kelapa Sawit

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penlitian ini adalah metode *CRISP-DM* merupakan standarisasi proses data mining sebagai strategi pemecahan masalah secara umum dari bisnis atau unit penelitian. *CRISP-DM* merupakan metode yang mengunakan model proses pengembangan data yang banyak digunakan dibanding dengan standar lain yang digunakan. (Febriansyah & Muntari, 2023)



Gambar 2. Metode CRISP-DM

1. **Pemahaman Bisnis *(Business Understanding)***

PT Arta Prigel Lahat adalah perusahaan yang bergerak di sektor perkebunan kelapa sawit, di mana estimasi produksi yang akurat menjadi faktor krusial dalam perencanaan operasional, logistik, dan strategi pemasaran. Saat ini, proses estimasi produksi masih menghadapi berbagai tantangan, seperti perubahan cuaca yang tidak terduga, pola panen yang tidak merata, serta pengaruh faktor lingkungan lainnya. Ketidakakuratan dalam estimasi dapat mengakibatkan kelebihan atau kekurangan pasokan, yang berdampak pada efisiensi distribusi, biaya operasional, serta potensi kerugian finansial bagi perusahaan.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan model estimasi produksi kelapa sawit berbasis *Deep Learning*. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam mengidentifikasi pola kompleks dari data historis produksi, kondisi cuaca, kelembaban, dan faktor lainnya yang memengaruhi hasil panen. Dengan pendekatan ini, PT Arta Prigel Lahat diharapkan dapat memperoleh prediksi yang lebih akurat, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data, meningkatkan efisiensi produksi, dan mengoptimalkan manajemen sumber daya.

2. **Pemahaman Data (*Data Understanding*)**

Penelitian ini mengumpulkan berbagai jenis data yang mempengaruhi produksi kelapa sawit di PT Arta Prigel Lahat. Data yang digunakan mencakup:

a. Data produksi (kg): Jumlah hasil panen kelapa sawit dalam satuan kilogram yang dihasilkan dalam setiap periode tertentu.
b. Curah hujan (mm): Tingkat curah hujan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil produksi kelapa sawit.
c. Hari hujan: Jumlah hari hujan yang terjadi di perkebunan kelapa sawit.
d. Pemupukan (kg/hektar): Jumlah pupuk yang diterapkan pada lahan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan pohon kelapa sawit.
e. Pengendalian hama (jumlah aplikasi): Jumlah dan frekuensi aplikasi pengendalian hama untuk melindungi tanaman dari serangan hama yang dapat mengurangi hasil panen.
f. Luas lahan (hektar): Luas area perkebunan yang digunakan untuk menanam pohon kelapa sawit.
g. Jumlah pohon (batang): Total jumlah pohon kelapa sawit yang ada di perkebunan dan berkontribusi terhadap hasil panen.
h. Divisi: Pembagian area perkebunan berdasarkan devisi atau unit kerja yang mengelola lahan tersebut.
i. Blok: Pembagian area perkebunan dalam bentuk blok-blok yang lebih kecil berdasarkan pengelolaan lahan atau varietas tanaman.

Setelah data didapatkan ekplorasi data sejumlah 51 blok tanaman sawit, data yang dikumpulkan yaitu data produksi selama 3 tahun dimulai januari 2022 hinga desember 2024

Setelah data dikumpulkan, tahap berikutnya adalah analisis awal untuk memahami pola dan hubungan antara variabel-variabel tersebut. Hal ini mencakup pemeriksaan bagaimana faktor-faktor seperti curah

hujan, pemupukan, dan pengendalian hama mempengaruhi hasil produksi, serta bagaimana luas lahan dan jumlah pohon dalam setiap blok atau divisi memengaruhi total produksi. Proses ini juga mencakup deteksi data yang hilang, pencilan *(outliers),* atau inkonsistensi dalam data yang dapat mempengaruhi model.

Pemahaman yang mendalam terhadap data ini akan menjadi dasar yang kuat untuk mengembangkan model *Deep Learning* yang dapat memberikan estimasi produksi kelapa sawit yang lebih akurat dan mendukung keputusan yang lebih baik di PT Arta Prigel Lahat.

Tabel 1. Data Sample

Divisi	Blok	Jumlah Tanaman	Luas (Ha)	Curah Hujan	Hari	Rotasi 1	Rotasi 2	Jumlah Serangan	Jumlah Produksi
I	1	349	21.09	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	138.528
I	2	349	37.40	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	208.154
I	3	349	22.93	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	57.745
I	4	349	30.61	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	38.288
I	5	349	44.78	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	76.119
I	6	349	28.93	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	-
I	7	349	32.66	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	55.210
I	8	349	29.77	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	46.206
I	9	349	31.81	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	-
I	10	349	37.71	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	18.769
I	11	349	25.95	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	25.294
I	12	349	32.88	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	-
I	13	349	39.97	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	171.811
I	14	349	46.07	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	200.375
I	15	349	32.64	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	159.608
I	16	349	33.71	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	5	27.407
II	17	374	29.90	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	6	292.650
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
III	51	385	20.12	Xxx	Xxx	xxx	Xxx	7	17.735

3. Persiapan Data *(Data Preparation)*

Pada tahap **persiapan data**, data yang telah dikumpulkan dan dieksplorasi akan diproses lebih lanjut untuk memastikan kualitas dan kesiapannya dalam membangun model. Proses ini dimulai dengan **pembersihan data,** yang mencakup penanganan data yang hilang, duplikasi, serta pencilan *(outliers)* yang dapat mempengaruhi hasil model. Data yang hilang akan diatasi dengan metode imputasi atau penghapusan baris yang tidak lengkap, tergantung pada seberapa besar pengaruhnya terhadap keseluruhan dataset

1. Data Selection

Pada tahap data selection, dilakukan pemilihan data historis yang relevan dari PT Arta Prigel Lahat, meliputi periode produksi kelapa sawit dari Januari 2022 hingga Desember 2024. Data yang dipilih terdiri dari variabel-variabel penting yang mempengaruhi hasil produksi seperti jumlah produksi kelapa sawit (kg), curah hujan (mm), hari hujan, luas lahan (hektar), jumlah tanaman (batang), jumlah serangan hama, jumlah rotasi pemupukan, serta pembagian wilayah kebun berdasarkan devisi dan blok. Pemilihan ini dilakukan berdasarkan relevansi dengan tujuan prediksi serta hasil wawancara dan observasi terhadap proses budidaya kelapa sawit di lapangan. Data yang tidak relevan atau tidak konsisten dengan fokus penelitian diabaikan agar proses modeling lebih efisien dan akurat.

2. Data Cleaning

Data cleaning merupakan tahap untuk membersihkan data dari kesalahan atau ketidaksempurnaan yang dapat memengaruhi akurasi model prediksi. Pada proses ini, peneliti menangani data yang hilang (*missing values*) dengan metode imputasi seperti rata-rata untuk blok serupa, atau menghapus baris data jika ketidaklengkapannya signifikan. Selain itu, data duplikat yang ditemukan dihapus agar tidak menimbulkan bias dalam proses pelatihan model. *Outlier* atau nilai ekstrem yang tidak wajar, seperti produksi nol di musim panen atau curah hujan sangat tinggi di musim kemarau, dianalisis lebih lanjut dan disesuaikan jika diperlukan. Format data juga distandarisasi, misalnya satuan berat dalam kilogram, serta format tanggal yang seragam agar kompatibel dengan sistem pemrosesan data otomatis.

3. Data Transformation

Tahap data transformation dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi format yang sesuai untuk proses pemodelan menggunakan algoritma *deep learning*. Seluruh data numerik seperti curah hujan, jumlah produksi, dan pemupukan dinormalisasi menggunakan teknik *Min-Max Scaling* agar berada

dalam skala yang seragam dan memudahkan proses pembelajaran model. Fitur kategorikal seperti nama divisi dan blok dikonversi menjadi bentuk numerik menggunakan metode label encoding. Selanjutnya, ditambahkan juga fitur temporal, seperti produksi pada bulan sebelumnya, untuk membantu model mengenali pola berurutan dalam data historis. Setelah proses transformasi selesai, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data latih (training set) dan data uji (test set), dengan rasio tertentu seperti 80:20, untuk memastikan bahwa model dapat belajar dan diuji secara adil terhadap data yang belum dikenalnya.Selain itu, dilakukan pembagian data menjadi data latih (training set) dan data uji (test set) dengan proporsi yang sesuai, untuk memastikan model dapat dilatih dan dievaluasi dengan baik. Biasanya, data latih akan digunakan untuk membangun model, sementara data uji digunakan untuk mengukur kinerja model yang telah dilatih.

Dengan proses persiapan data yang cermat, dataset yang sudah siap akan digunakan untuk membangun dan melatih model ***Deep Learning*** yang diharapkan dapat memberikan estimasi produksi kelapa sawit yang akurat dan dapat diandalkan.

Kemudian berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan. Berikut kriteria yang digunakan adalah sebagai berikut:

Table 2. Tabel Kriteria

Kriteria	**Rentang MAPE (%)**	**Produksi yang Dipredeksi**	**Persentase**
Sangat Baik	0-10	>12 Ton/Bulan	< 10%
Baik	10-20	8 – 12 Ton/Bulan	10% - 20%
Cukup	20-50	4 – 8 Ton/Bulan	20% - 50%
Buruk	50-100	< 4 Ton/Bulan	>50%
Sangat Buruk	>100	-	-

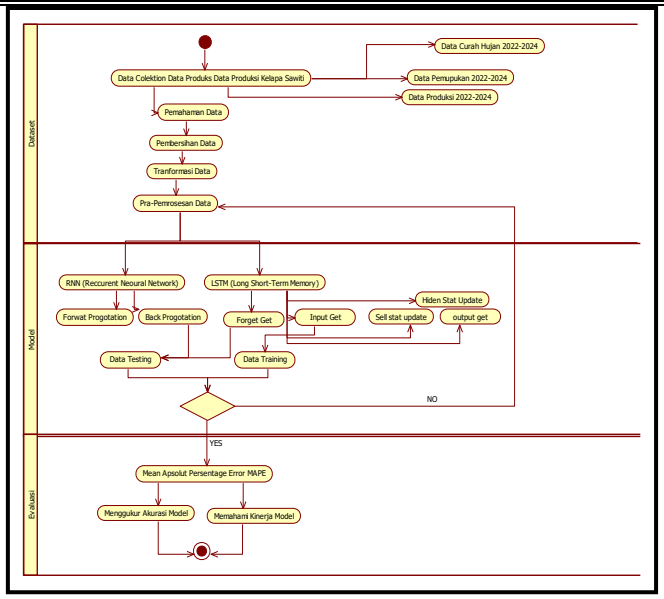
1. Pemodelan *(Modeling)*

   Pada tahap **pemodelan**, data yang telah dipersiapkan akan digunakan untuk membangun model prediksi produksi kelapa sawit menggunakan algoritma ***Deep Learning.*** Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah ***Recurrent Neural Network (RNN)*** yang dikombinasikan dengan ***Long Short-Term Memory (LSTM)***, karena kemampuannya untuk menangani data dengan urutan waktu, seperti data historis produksi, curah hujan, dan faktor lingkungan lainnya.

   Proses dimulai dengan membagi data menjadi dua set: **data latih** *(training set)* dan **data uji** *(test set).* Data latih akan digunakan untuk melatih model, sementara data uji digunakan untuk mengukur akurasi model yang telah dibangun. Model *RNN-LSTM* akan dilatih untuk mengenali pola temporal dan hubungan kompleks antara variabel-variabel input, seperti curah hujan, pemupukan, pengendalian hama, luas lahan, dan jumlah pohon, dalam memprediksi hasil produksi kelapa sawit.

   Selama pelatihan, parameter model akan dioptimalkan menggunakan teknik seperti ***gradient descent*** untuk meminimalkan kesalahan prediksi. Setelah model dilatih, model tersebut akan diuji menggunakan data uji untuk mengukur **keakuratan prediksi** dengan menggunakan metrik seperti ***MAPE*** *(Mean Absolute Percentage Error),* yang akan menunjukkan seberapa baik model dalam memprediksi produksi kelapa sawit.

   Berikut langkah-langkah algoritma *RNN Reccurent Neuoral Network* dan *LSTM Long Short-Term Memory:*



Gambar 2 Tahapan RNN dan LSTM

Diagram alur tersebut menggambarkan proses estimasi produksi kelapa sawit dengan memanfaatkan data curah hujan, data pemupukan, serta data produksi historis pada periode 2022 hingga 2024. Proses estimasi dilakukan menggunakan dua jenis jaringan saraf tiruan, yaitu Recurrent Neural Network (RNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM), melalui tiga tahapan utama yaitu pengolahan dataset, pemodelan, dan evaluasi model. Pada tahap dataset, data dikumpulkan dari beberapa komponen penting, meliputi data curah hujan yang memengaruhi hasil panen, data pemupukan yang berisi informasi frekuensi serta dosis pemupukan tanaman kelapa sawit, dan data produksi historis sebagai acuan utama estimasi. Setelah data terkumpul, dilakukan tahap preprocessing untuk meningkatkan kualitas input model, seperti memahami karakteristik data, membersihkan data duplikat atau nilai kosong, serta mentransformasikan skala data melalui normalisasi atau standardisasi sehingga data siap digunakan. Tahap berikutnya adalah pemodelan, di mana data diproses menggunakan algoritma RNN dan LSTM untuk membandingkan performa prediksi. Pada RNN, proses dilakukan melalui forward propagation untuk menghasilkan prediksi dan backpropagation untuk memperbarui bobot berdasarkan error. Sementara itu, LSTM memiliki mekanisme lebih kompleks dengan forget gate, input gate, pembaruan cell state, output gate, dan hidden state update yang memungkinkan model menangkap pola jangka panjang pada data runtun waktu. Data kemudian dibagi menjadi data training untuk melatih model dan data testing untuk menguji kemampuan prediksi pada data baru. Tahap terakhir adalah evaluasi model menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebagai ukuran akurasi, di mana nilai MAPE yang lebih rendah menunjukkan performa prediksi yang lebih baik. Evaluasi ini juga digunakan untuk memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing algoritma serta menjadi dasar optimasi lebih lanjut jika diperlukan. MAPE Digunakan sebagai metrik utama untuk mengukur **akurasi model prediksi,** yaitu rata-rata persentase kesalahan absolut dari hasil prediksi dibandingkan data aktual.

Formula:

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{yactual,i - ypred,i}{yactual,i}\right| \text{ x } 100$$

Jika semakin kecil nilai MAPE, maka semakin baik pula kinerja model.

1. *Deployment* (Penerapan): Model yang telah dievaluasi dapat digunakan untuk membuat Estimasi Produksi Kelapa Sawit di masa depan.
2. Selesai

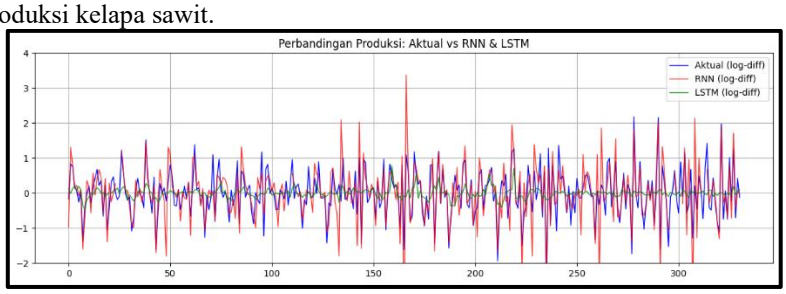
   Tahapan ini adalah tahapan dimana: Proses estimasi produksi selesai, dan hasil dapat digunakan untuk pengambilan keputusan.

HASIL

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dapat digunakan untuk mengestimasi produksi kelapa sawit, dengan tingkat akurasi

dan hasil prediksi yang berbeda. Model dibangun berdasarkan data historis produksi selama tiga tahun terakhir, dengan mempertimbangkan variabel-variabel penting seperti jumlah tanaman, luas lahan, curah hujan, hari hujan, serangan hama, dan pemupukan. Seluruh data diolah dalam satuan kilogram (kg) sebagai standar pengukuran hasil panen, lalu dibagi menjadi data latih dan data uji untuk melatih serta menguji performa model secara optimal. Setelah dilakukan pelatihan, model LSTM menghasilkan prediksi produksi bulan selanjutnya sebesar 17.503,60 kg dengan nilai MAPE sebesar 16,27%, sedangkan model RNN menghasilkan prediksi sebesar 11.293,25 kg dengan MAPE sebesar 28,29%. Model LSTM tidak hanya memberikan estimasi produksi yang lebih tinggi, tetapi juga menunjukkan tingkat kesalahan yang lebih rendah serta fluktuasi prediksi yang lebih stabil selama proses evaluasi. Sebaliknya, model RNN memberikan hasil estimasi yang lebih rendah dengan tingkat kesalahan yang lebih tinggi dan ketidakstabilan dalam tren prediksi. Berdasarkan evaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), model LSTM terbukti lebih akurat dan andal dalam memperkirakan produksi kelapa sawit, sehingga lebih potensial untuk digunakan sebagai dasar perencanaan strategis di PT Arta Prigel Lahat.

Data yang digunakan merupakan data produksi kelapa sawit PT Arta Prigel Lahat selama tiga tahun terakhir yang telah dilengkapi dengan variabel-variabel pendukung seperti jumlah tanaman, luas lahan, curah hujan, hari hujan, serangan hama, serta data pemupukan. Dengan demikian, penggunaan algoritma RNN dan LSTM terbukti mampu meningkatkan kinerja model dalam melakukan prediksi produksi secara akurat. Pendekatan ini sangat bermanfaat untuk mendukung proses perencanaan dan pengambilan keputusan dalam pengelolaan produksi kelapa sawit, sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan hasil panen dan mengantisipasi potensi penurunan produksi kelapa sawit.



Gambar 3. Hasil Pemodelan RNN & LSTM

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning*, khususnya melalui algoritma RNN dan LSTM, dapat digunakan untuk memprediksi produksi kelapa sawit di PT Arta Prigel Lahat dengan tingkat akurasi yang bervariasi. Model RNN menghasilkan prediksi sebesar 11.293,25 kg dengan nilai MAPE sebesar 28,29%, sedangkan model LSTM menghasilkan prediksi sebesar 17.503,60 kg dengan MAPE sebesar 16,27%. Perbedaan performa ini menunjukkan bahwa model LSTM lebih unggul dalam mengenali pola dan tren data produksi, dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah. Namun, performa kedua model tetap dipengaruhi oleh penggunaan seluruh fitur tanpa melalui proses seleksi, yang menyebabkan model cenderung menangkap hubungan dari semua variabel termasuk yang kurang relevan terhadap target produksi. Selain itu, ketidakteraturan kondisi lingkungan seperti curah hujan yang tinggi dan tidak merata serta rotasi pemupukan yang kurang optimal menghasilkan variabilitas data yang tinggi, sehingga menyulitkan model dalam menggeneralisasi pola secara konsisten. Oleh karena itu, optimalisasi fitur input dan penerapan strategi preprocessing yang lebih cermat diperlukan pada penelitian lanjutan guna meningkatkan akurasi dan stabilitas hasil prediksi.

Peningkatan kinerja model tercapai setelah dilakukan seleksi fitur yang lebih ketat terhadap variabel-variabel yang memiliki pengaruh langsung terhadap hasil produksi kelapa sawit. Dengan memfokuskan pemodelan hanya pada fitur-fitur signifikan seperti curah hujan, hari hujan, luas lahan panen, serangan hama, serta pemupukan rotasi 1 dan 2, model *deep learning* khususnya LSTM menunjukkan performa prediksi yang jauh lebih akurat. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan nilai MAPE menjadi 16,27% dan peningkatan hasil prediksi menjadi 17.503,60 kg. Proses seleksi fitur ini membantu model dalam mengurangi gangguan dari variabel yang tidak relevan serta meningkatkan kemampuan generalisasi terhadap data uji. Dengan demikian, model LSTM yang telah dioptimasi tidak hanya menghasilkan prediksi yang lebih stabil dan mendekati nilai aktual, tetapi juga membuktikan efektivitas pendekatan *deep learning* sebagai alat pendukung dalam perencanaan produksi dan pengambilan keputusan strategis di sektor perkebunan kelapa sawit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penerapan algoritma Recurrent Neural Network (RNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM) dalam mengestimasi produksi kelapa sawit di PT Arta Prigel Lahat dengan memanfaatkan data historis tahun 2022 hingga 2024, dapat disimpulkan bahwa kedua metode deep learning ini mampu menjawab kebutuhan perusahaan dalam melakukan prediksi produksi secara lebih sistematis dan berbasis data. Model RNN terbukti efektif dalam mengenali pola musiman serta dinamika variabel yang memengaruhi

produksi, seperti curah hujan, hari hujan, luas lahan panen, serangan hama, dan rotasi pemupukan. Evaluasi menunjukkan RNN menghasilkan estimasi produksi sebesar 11.293,25 kg dengan nilai MAPE 28,29%, yang mengindikasikan tingkat akurasi sedang namun masih relevan sebagai alat bantu estimasi. Sementara itu, LSTM menunjukkan performa yang lebih unggul karena mampu menangkap pola jangka panjang secara lebih stabil, terutama setelah dilakukan seleksi fitur untuk memfokuskan variabel masukan pada faktor paling berpengaruh. Model LSTM menghasilkan estimasi produksi sebesar 17.503,60 kg dengan nilai MAPE lebih rendah yaitu 16,27%, sehingga memberikan prediksi yang lebih akurat terhadap fluktuasi produksi. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan RNN dan LSTM dapat mendukung proses pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi, distribusi, serta pengelolaan sumber daya, dengan LSTM sebagai metode yang lebih optimal dalam konteks penelitian ini.

REFERENSI

Adiwijaya;, dr. Ir. M. H. S., syaphon, dr. Ir. H. Moch., ir. Taufik darwis, m, k. ;, pardamean;, m., & atep yulianto irawan. (2018). *Good agriculture practice; kelapa sawit*. Penerbit andi.

Aisyah, s. N. (2024). *Manajemen produksi; sistem , desain, dan perencanaan kegiatan produksi*. Anak hebat indonesia (anggota ikapi).

Altalak, m., uddin, m. A., alajmi, a., & rizg, a. (2022). Smart agriculture applications using deep learning technologies: a survey. *Applied sciences (switzerland)*, *12*(12). Https://doi.org/10.3390/app12125919

Febriansyah, f., & muntari, s. (2023). Penerapan algoritma k-means untuk klasterisasi penduduk miskin pada kota pagar alam. *Jiska (jurnal informatika sunan kalijaga)*, *8*(1), 66–77. Https://doi.org/10.14421/jiska.2023.8.1.66-77

Husaini, Fahri, Inggih Permana, M. Afdal, and Febi Nur Salisah. 2024. "Penerapan Algoritma Long Short-Term Memory Untuk Prediksi Produksi Kelapa Sawit." *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science* 4(2):366–74. doi: 10.57152/malcom.v4i2.1187.

Kurniawan S, Putu Widiarsa, Yosi Kristian, and Joan Santoso. 2023. "Pemanfaatan Deep Convulutional Auto-Encoder Untuk Mitigasi Serangan Adversarial Attack Pada Citra Digital." *J-Intech* 11(1):50–59. doi: 10.32664/j-intech.v11i1.845.

Ninditama, i. P. (2021). Model machine learning untuk klasifikasi keluarga sejahtera study kasus : kecamatan kota palembang. *Jurnal tekno kompak*, *15*(2), 37. Https://doi.org/10.33365/jtk.v15i2.1156

Pamungkas, Arba Adhy, Cecep Nurul Alam, Aldy Rialdy, and Atmadja Roby. 2024. "Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika Integrasi Kamus Multibahasa Pada Feed Forward Neural Network Dan IndoBERT Dalam Pengembangan Chatbot Mobile." 8(2):635–44. doi: 10.29408/edumatic.v8i2.27886.

Putranto adi. (2025). *Kaya dengan bertani; kelapa sawit*. Pustaka baru press.

Putri, n. I., & munawar, z. (2020). Deep learning dan teknologi big data untuk keamanan iot. *Jurnal informatika – computing*, *7*(1), 48–73.

Rakhmawati, Renny, Sutedjo Sutedjo, Fitrotin Nafisa Oktaviani, Irianto Irianto, Diah Septi Yanaratri, And Ahmad Firyal Adila. 2023. "Estimasi State of Charge Pada Baterai Lead Acid Menggunakan Elman Recurrent Neural Network." *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 11(4):864. doi: 10.26760/elkomika.v11i4.864.

Santoso, Aji, Ade Irma Purnamasari, and Irfan Ali. 2024. "Prediksi Harga Beras Menggunakan Metode Recurrent Neural Network Dan Long Short-Term Memory." *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer* 11(1):128–36. doi: 10.30656/prosisko.v11i1.7921.

Siswandi Fitra. 2022. "Analisis Produktivitas Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Dengan Pt. Agro Sinergi Nusantara Di Kabupaten Aceh Barat." *Agrovital : Jurnal Ilmu Pertanian* 7(2):80–84.

Sukiyono, k., romdhon, m. M., mulyasari, g., yuliarso, m. Z., nabiu, m., trisusilo, a., reflis, napitupulu, d. M. T., nugroho, y., puspitasari, m. S., sugiardi, s., arifudin, & masliani. (2022). The contribution of oil palm smallholders farms to the implementation of the sustainable development goals-measurement attempt. *Sustainability (switzerland)*, *14*(11), 1–16. Https://doi.org/10.3390/su14116843

Wardhani, r., nafiiyah, n., & haydar, m. A. (2022). Algoritma deep learning dalam memprediksi hasil panen padi di kabupaten lamongan. *Jurnal informatika: jurnal pengembangan it*, *7*(1), 13–17. Https://doi.org/10.30591/jpit.v7i1.2581

Yulianingsih, y., akhirina, t. Y., & niswati, z. (2022). Pengembangan model rnn untuk prediksi produksi daging sapi dalam perencanaan pembangunan nasional. *Faktor exacta*, *15*(3), 200. Https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v15i3.12820