

PROPOSAL TUGAS AKHIR



**MODEL PREDIKSI HASIL PRODUKSI KELAPA SAWIT
BERDASARKAN FAKTOR LINGKUNGAN DAN
PERAWATAN MENGGUNAKAN METODE
LONG SHORT-TERM MEMORY
(Studi Kasus : PTPN IV REGIONAL 6 KSO)**

Oleh:

MUHAMMAD RIVAL

NIM. 2021573010054

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI LHOKSEUMAWE
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Model Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit Berdasarkan Faktor Lingkungan Dan Perawatan Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory* (Studi Kasus : PTPN IV REGIONAL 6 KSO)

Nama Mahasiswa : Muhammad Rival

NIM : 2021573010054

Program Studi : Teknik Informatika

Menyetujui:

Pembimbing I

Dr. Rahmad Hidayat, S.Kom., M.Cs
NIP 198304202012121003

Pembimbing II

Muhammad Reza Zulman, SST, M.Sc
NIP 1992205012022031005

Mengetahui
Ka. Prodi Teknik Informatika

M. Khadafi, S.T., M.T
NIP 197507182002121004

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
RINGKASAN	v
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 State of The Art.....	5
2.2 Tinjauan Teoritis	Error! Bookmark not defined.
BAB III.....	13
METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Data dan Pengumpulan Data.....	13
3.2 Rancangan	16
3.3 Metodologi dan Variabel Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Teknik Pengujian	31
3.5 Hasil yang diharapkan.....	32
DAFTAR PUSTAKA	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Artificial Intelegend (AI) dan Machine Learning	11
Gambar 3. 1 Use Case Diagram.....	19
Gambar 3. 2 <i>Activity Diagram</i> Login.....	22
Gambar 3. 3 <i>Activity</i> Proses Prediksi Hasil Produksi	23
Gambar 3. 4 <i>Activity</i> Kelola Data Time Series	24
Gambar 3. 5 Activity Input Data Real-time	25
Gambar 3. 6 <i>Acitivity Diagram</i> Lihat Hasi Prediksi	26
Gambar 3. 7 <i>Acitivity Diagram</i> Mengunduh Laporan	27
Gambar 3. 8 Sel Memori.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Desain Model Prediksi	28
Gambar 3. 10 Arsitektur Umum Sistem Prediksi Hasil Produksi.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of The Art.....	6
Tabel 3. 1 Data Curah Hujan.....	14
Tabel 3. 2 Data Pemupukan	14
Tabel 3. 3 Data Hasil Produksi	15
Tabel 3. 4 Analisis Kebutuhan Data	16
Tabel 3. 5 Definisi Aktor	19
Tabel 3. 6 Definisi Use Case.....	20

RINGKASAN

Perkebunan Kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis dalam perekonomian Indonesia, termasuk di PTPN IV Regional 6 KSO. Namun, fluktuasi hasil produksi kelapa sawit sering kali menjadi tantangan, yang dikarenakan dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti curah hujan dan pemeliharaan tanaman seperti pemupukan. Ketidaktepatan dalam perencanaan dan pengelolaan akibat ketidakmampuan memprediksi hasil produksi secara akurat dapat berdampak pada efisiensi dan produktivitas perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem prediksi hasil produksi kelapa sawit menggunakan metode atau algoritma *Long Short-term Memory (LSTM)* yang diimplementasikan dalam sebuah aplikasi web. Metode yang digunakan mencakup pengumpulan data *time-series* terkait faktor lingkungan dan perawatan. Pengelolaan data untuk pelatihan model prediksi menggunakan algoritma *Long Short-term Memory (LSTM)*, serta pengujian performa model dengan metrik evaluasi seperti *Mean Absoulute Error (MAE)* dan *Robot Mean Squared Error (RMSE)*. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya sebuah prediksi hasil produksi kelapa sawit berbasis web yang informatif dan responsive. Sistem ini diharapkan dapat memberikan manfaat strategis bagi PTPN IV Regional 6 KSO dalam meningkatkan produktivitas perkebunan secara keseluruhan.

Kata Kunci : *LSTM*, prediksi produksi, PTPN IV, sistem berbasis web, kelapa sawit.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia yang memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia, Indonesia menyuplai lebih dari separuh kebutuhan minyak sawit dunia. Minyak sawit sendiri digunakan sebagai bahan baku utama dalam berbagai industri, mulai dari makanan, kosmetik, hingga bahan bakar nabati. Selain itu, hampir seluruh bagian tanaman kelapa sawit dapat dimanfaatkan, seperti buah yang diolah menjadi minyak sawit dan inti sawit, daun yang dapat digunakan untuk kompos, batang yang bisa menjadi bahan dasar produk kayu, hingga ampas yang menjadi sumber energi biomassa. Dengan perannya yang sangat signifikan, kelapa sawit menjadi salah satu sektor strategis yang mendukung perekonomian negara, baik melalui ekspor maupun pemenuhan kebutuhan domestik [1].

Meskipun industri kelapa sawit memberikan kontribusi besar bagi ekonomi, pengelolaannya di tingkat perkebunan sering kali belum optimal. Banyak perkebunan, baik skala kecil maupun besar masih mengandalkan metode manual atau pendekatan berbasis pengalaman untuk mengelola produksi dan memprediksi hasil panen, termasuk juga pada perkebunan kelapa sawit PTPN IV yang pengelolaan datanya masih menggunakan *Microsoft excel*. Pendekatan ini sering kali kurang efektif, terutama dalam menghadapi perubahan lingkungan dan iklim yang semakin kompleks. Hal ini menyebabkan hasil produksi tidak sesuai dengan target yang diharapkan, sehingga menimbulkan resiko kerugian bagi perusahaan maupun petani.

Dalam konteks ini, pengelolaan hasil produksi kelapa sawit memerlukan pendekatan berbasis teknologi dan pendekatan berbasis data untuk membantu memprediksi hasil produksi kelapa sawit secara lebih akurat dan efisien. Dengan memanfaatkan teknologi modern seperti *Deep Learning*, pengelola perkebunan dapat mengidentifikasi pola-pola kompleks dari berbagai faktor yang

memengaruhi hasil panen atau produksi. Salah satu metode yang saat ini yang banyak digunakan untuk menganalisis data serial waktu (time series data) adalah *Long Short-Term Memory (LSTM)*, yang merupakan salah satu modifikasi dari *Recurrent Neural Network (RNN)*. *LSTM* dirancang khusus untuk menangani masalah data yang memiliki ketergantungan jangka panjang, sehingga cocok untuk memodelkan fluktuasi hasil produksi kelapa sawit yang dipengaruhi oleh factor-faktor lingkungan dan perawatan. *Long Short-Term Memory (LSTM)* memiliki keunggulan dalam mempelajari pola data yang tidak hanya bergantung pada nilai sebelumnya tetapi juga mempertimbangkan hubungan jangka Panjang antara variable. Dengan demikian, model ini dapat memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode tradisional atau algoritma berbasis pohon keputusan. Penggunaan model ini memungkinkan perusahaan PTPN IV REGIONAL 6 KSO untuk membuat perencanaan yang lebih strategis dan terukur dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi hasil produksi kelapa sawit menggunakan metode *Long Short-Term Memory (LSTM)*. Dengan memanfaatkan Data Time Series terkait factor-faktor lingkungan dan manajemen perawatan tanaman, model *LSTM* diharapkan mampu memberikan prediksi yang akurat tentang hasil panen atau produksi.

Meskipun prediksi tidak selalu memberikan jawaban yang jelas tentang apa yang akan terjadi, prediksi bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sedekat mungkin dengan apa yang akan terjadi. Prediksi yang akurat dapat membantu perusahaan menetapkan target produksi untuk periode yang akan datang [2].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengidentifikasi faktor-faktor lingkungan (seperti curah hujan dan perawatan tanaman seperti pemupukan yang paling memengaruhi hasil produksi kelapa sawit?

2. Bagaimana sistem mengatasi ketidakstabilan dan ketidaktepatan hasil produksi yang disebabkan oleh penginputan data yang masih dilakukan secara manual?
3. Bagaimana hasil dari model prediksi ini dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan perkebunan kelapa sawit dan meminimalkan risiko kerugian akibat ketidakpastian hasil produksi?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya pembahasan yang ada dalam penelitian ini, maka perlu batasan yang jelas mengenai hal-hal yang dibuat dan diselesaikan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini hanya fokus pada prediksi hasil produksi kelapa sawit, tidak mencakup analisis finansial atau dampak ekonominya secara langsung.
2. Data yang digunakan terbatas pada faktor-faktor lingkungan (seperti curah hujan) dan perawatan tanaman (seperti pemupukan). Faktor lain seperti kondisi pasar, infrastruktur, atau kebijakan pemerintah tidak dianalisis.
3. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Long Short-Term Memory*, tanpa membandingkan performanya dengan algoritma prediksi lain.
4. Data yang dianalisis adalah Data Time Series dari wilayah unit Kebun Lama Afdeling IV tertentu, sehingga hasil penelitian mungkin tidak sepenuhnya dapat digeneralisasikan untuk wilayah atau unit lain dengan kondisi yang berbeda.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Membangun aplikasi model prediksi berbasis website yang memungkinkan operator dapat melakukan pengelolaan data produksi perkebunan sawit PTPN IV dalam mengakses model prediksi, melakukan penginputan data

secara real-time dan melihat hasil prediksi produksi kelapa sawit berdasarkan faktor-faktor yang diinputkan.

2. Menyediakan informasi yang bermanfaat bagi pengelola perkebunan kelapa sawit untuk meningkatkan efisiensi produksi melalui model prediksi berbasis website, mendukung perencanaan panen yang lebih baik dan pengelolaan sumber daya secara optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu pengelolaan perkebunan kelapa sawit di PTPN IV untuk memprediksi hasil produksi dengan lebih akurat berdasarkan data lingkungan, perawatan tanaman, dan produksi.
2. Mempermudah pengelolaan sumber daya perkebunan melalui pengambilan keputusan yang lebih tepat, seperti optimalisasi jadwal pemupukan dan estimasi panen.
3. Menghasilkan aplikasi berbasis website yang dapat diakses dengan mudah oleh operator dan petugas lapangan untuk melakukan penginputan data, melihat hasil prediksi dan analisis data secara real-time.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of The Art

State of The Art merupakan kumpulan jurnal yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian. State of The Art turut memberikan penjabaran mengenai perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan [3]. State of The Art adalah perengkuhan hasil tertinggi dan maksimal dari sebuah pengembangan terbentuk alat, produk, metode, media, aktivitas yang direngkuh pada waktu tertentu sebagai sebuah dari implementasi metodologi yang telah ada pada zamannya.

Tabel 2. 1 State of The Art

No	Penulis /Tahun	Judul Artikel	Metode yang digunakan	Hasil yang diperoleh	Persamaan	Perbedaan
1	Budi Yanto, Erni Rouza , Edi Saputra / 2019	Penerapan Metode Inferensi Fuzzy Takagi Sugeno-Kang Untuk Prediksi Hasil Panen Kelapa Sawit	Inferensi Fuzzy Takagi Sugeno-Kang	Mengetahui hasil panen berikutnya pada petani kelapa sawit dengan perhitungan Fuzzy Takagi Sugeno Kang (TSK).	Menekankan penggunaan metode atau algoritma canggih untuk analisis data, guna menghasilkan prediksi akurat dalam sektor perkebunan kelapa sawit.	Penelitian [1] menggunakan inferensi Fuzzy Takagi Sugeno-Kang untuk menangani ketidakpastian dengan logika fuzzy, sedangkan penelitian pada tugas akhir ini memakai algoritma <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i> untuk klasifikasi dan pemilahan data.
2	Irma Hakim, Asdi, Teuku Afriliansya	Implementasi Algoritma Komputasi Linear Regression untuk Optimasi Prediksi HasilPertanian	Metode <i>Linear Regression</i>	Penggunaan metode <i>Linear Regression</i> yang berhasil menunjukkan akurasi tinggi dengan evaluasi menggunakan MSE dan R^2 .	Meningkatkan akurasi prediksi hasil produksi atau panen berdasarkan Data Time Series.	Menggunakan algoritma Linear Regression.

3	Niken Putri Setyadi	Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Hasil Produksi Karet Menggunakan Algoritma Decision Tree C4.5	Decision Tree C4.5	Produksi yang tercapai sebanyak 709 dan produksi yang tidak tercapai sebanyak 192.	Menggunakan variabel lingkungan dan manajemen/perawatan sebagai faktor utama dalam memprediksi hasil produksi.	Menggunakan Metode Decision Tree C4.5
4	Yesi Pitaloka Anggriani, AlfisArif, Febriansyah	Implementasi Algoritma K-Means Clustering dalam Menentukan Blok Tanaman Sawit Produktif Pada Pt Arta Prigel	K-Means Clustering	Proses clustering data dalam menentukan blok produktif terbentuk menjadi 3 cluster yaitu cluster_0 dengan keterangan Cukup Produktif, cluster_1 dengan keterangan Produktif, dan cluster_2 dengan keterangan Tidak Produktif.	Berfokus pada tanaman kelapa sawit sebagai komoditas utama.	Penelitian [8] menggunakan algoritma <i>K-Means Clustering</i> . Sedangkan penelitian tugas akhir menggunakan algoritma <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>
5	Syukri Habibi Nasution, Chairani Hanum, Jasmani Ginting	Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (<i>Elaeis Guineensis</i> Jacq.) Pada Berbagai Perbandingan Media Tanam Solid Decanter Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Sistem Single Stage	Rancangan Acak Kelompok Nonfaktorial (RAK Nonfaktorial)	Perlakuan media tanam berpengaruh nyata terhadap semua peubah amatan kecuali tinggi bibit 6, 8, dan 10 MST.	Memiliki hubungan dengan aspek lingkungan, baik dari segi penggunaan material sisa kelapa sawit (penelitian[4]) maupun faktor lingkungan yang memengaruhi hasil produksi (penelitian tugas akhir).	Penelitian [4] Fokus pada pengaruh perbandingan media tanam (solid decanter dan tandan kosong kelapa sawit) terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Sedangkan penelitian tugas akhir Fokus pada memprediksi hasil produksi kelapa sawit berdasarkan faktor lingkungan dan perawatan.

6	Masykur	Pengembangan Industri Kelapa Sawit Sebagai Penghasil Energi Bahan Bakar Alternatif dan Mengurangi Pemanasan Global	Metode deskripsi dengan pendekatan komprehensif integral.	-	Berfokus pada kelapa sawit sebagai elemen utama penelitian.	Penelitian [3] Lebih menekankan potensi kelapa sawit sebagai bahan energi alternatif untuk mengurangi pemanasan global. Sedangkan penelitian tugas akhir Menitik beratkan pada analisis prediktif hasil produksi kelapa sawit berdasarkan faktor lingkungan dan perawatan.
---	---------	--	---	---	---	--

2.2 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tumbuhan tropis golongan plasma yang termasuk tanaman tahunan. Tanaman Kelapa Sawit berasal dari Negara Afrika Barat. Tanaman ini dapat tumbuh subur di Indonesia, Malaysia, Thailand, Dan Papua Nugini. Kelapa Sawit merupakan tanaman yang sangat penting bagi pembangunan nasional perkebunan kelapa sawit dapat menyerap lapangan tenaga kerja yang lebih besar dan sebagai sumber devisa negara. Tanaman ini mulai diusahakan dan dibudidayakan secara komersial pada tahun 1991. orang yang pertama kali merintis usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia adalah Andrian Hallet seorang yang berkebangsaan Belgia yang mana telah belajar banyak tentang perkebunan kelapa sawit di Afrika (Fauzi, 2009:5)[3].

Produk minyak kelapa sawit sebagai bahan makanan memiliki dua aspek kualitas. Aspek pertama berkaitan dengan kadar dan kualitas asam lemak, kelembaban, serta kadar kotoran. Aspek kedua berkaitan dengan rasa, aroma, kejernihan, dan kemurnian produk. Minyak kelapa sawit berasal dari buah tanaman kelapa sawit, di mana satu tandan bisa memiliki berat sekitar 40–50 kg. Seratus kilogram buah kelapa sawit dapat menghasilkan sekitar 20 kg minyak. Satu hektar kelapa sawit mampu menghasilkan 5.000 kg minyak mentah atau hampir 6.000 liter minyak mentah (Journey to Forever, 2010)[3].

Kelapa sawit merupakan komoditas andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Secara umum, limbah dari pabrik kelapa sawit terdiri atas tiga jenis, yaitu limbah cair, padat, dan gas. Limbah padat yang dihasilkan dari proses pengolahan meliputi tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut atau serat, sludge atau lumpur sawit, dan bungkil[4].

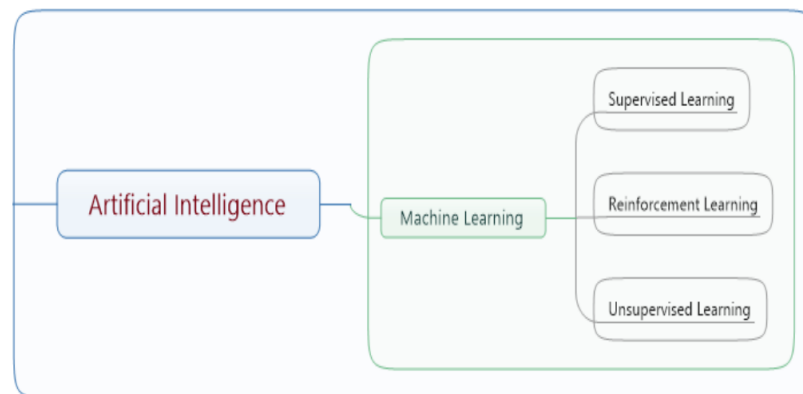
Permintaan pupuk organik yang semakin pesat merupakan salah satu peluang pemanfaatan TKKS menjadi pupuk kompos secara ekonomis. TKKS, melalui proses dekomposisi, dapat diolah menjadi pupuk yang kaya unsur hara seperti N, P, K, dan Mg sesuai kebutuhan tanaman. Pengolahan TKKS segar menjadi kompos pada dasarnya memiliki sifat ganda, yaitu sebagai solusi untuk limbah

cair dan limbah padat TKKS, serta memberikan manfaat ekonomis sebagai pemasok bahan organik bagi tanaman[4].

Solid merupakan salah satu limbah padat dari hasil pengolahan minyak sawit kasar. Di Sumatera, limbah ini dikenal sebagai lumpur sawit, namun solid biasanya sudah dipisahkan dengan cairannya sehingga merupakan limbah padat. Ada dua macam limbah yang dihasilkan pada produksi CPO, yaitu limbah padat dan limbah cair[5]. Sejauh ini solid sawit masih belum dimanfaatkan oleh pabrik, tetapi hanya dibuang begitu saja sehingga dapat mencemari lingkungan. Pihak pabrik memerlukan dana yang relatif besar untuk membuang limbah tersebut, yaitu dengan membuat lubang besar. Tentunya akan sangat menguntungkan bagi pihak pabrik apabila solid sawit dapat dimanfaatkan secara luas[6].

2.3 Machine Learning

Machine learning dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang (Goldberg & Holland, 1988). Adapun proses pembelajaran yang dimaksud adalah suatu usaha dalam memperoleh kecerdasan yang melalui dua tahap antara lain latihan (training) dan pengujian (testing) (Huang, Zhu, & Siew, 2006). Bidang machine learning berkaitan dengan pertanyaan tentang bagaimana membangun program komputer agar meningkat secara otomatis dengan berdasar dari pengalaman (Mitchell, 1997). Penelitian terkini mengungkapkan bahwa machine learning terbagi menjadi tiga kategori: Supervised Learning, Unsupervised Learning, Reinforcement Learning (Somvanshi & Chavan, 2016). Skema keterkaitan artificial intelligence dan machine learning dapat dijelaskan dalam Gambar 1 [7].



Gambar 2. 1 Skema Artificial Intelligence (AI) dan Machine Learning

2.4 Long Short-Term Memory

LSTM merupakan jenis dari Recurrent Neural Network (RNN). LSTM dapat mengingat kumpulan informasi yang telah disimpan dalam jangka waktu yang lama. LSTM memiliki 3 gates yaitu forget gate, input gate dan output gate yang digunakan untuk mengontrol data yang akan ditulis, disimpan, dibaca, dan dihapus [8]. LSTM akan menyimpan informasi penting pada unit kontrol yang terpisah dari aliran utama RNN. Meskipun strukturnya masih mengikuti pola rantai seperti RNN, akan tetapi ada perbedaan yang terletak pada organisasi modul pengulangannya. Khususnya, LSTM dirancang untuk menangani masalah yang melibatkan ketergantungan jangka panjang, karena mampu secara alami menyimpan informasi jangka panjang. Struktur dasar LSTM melibatkan sebuah blok memori yang terdiri dari tiga gerbang utama: gerbang memori, gerbang penghilangan informasi, dan gerbang keluaran. Selain itu, LSTM juga memiliki unit memori yang mengatur aliran informasi ke tahap berikutnya [9].

2.5 Recurrent Neural Network (RNN)

Recurrent Neural Network adalah model jaringan saraf tiruan di mana koneksi antar node membentuk graf berarah sepanjang urutan. Arsitektur ini memungkinkannya untuk menunjukkan perilaku dinamis temporal, dengan menggunakan status internal (memori) untuk memproses urutan input dengan panjang yang bervariasi. *RNN* sering digunakan dalam bidang seperti pemodelan

bahasa, pengenalan suara, dan prediksi deret waktu karena kemampuannya mempertimbangkan data input sebelumnya saat menghasilkan output [10]. Sistem ini dianggap sangat penting karena merupakan satu-satunya sistem dengan memori internal pada saat itu. Selanjutnya, pada tahun 1990-an, sejumlah perubahan dilakukan untuk menyempurnakan RNN, di antaranya adalah *long short-term memory (LSTM)* [11].

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab 3 akan dibahas mengenai seluruh Langkah-langkah yang dikerjakan untuk menyelesaikan penelitian mulai dari pengumpulan data, perancangan use case diagram, activity diagram, perancangan database yang terdiri dari perancangan ERD, perancangan table relasional, user interface yang terdiri dari halaman home, halaman data dan halaman user, pembuatan aplikasi prediksi hasil produksi kelapa sawit, perancangan pengujian aplikasi prediksi hasil produksi kelapa sawti, perancangan pengujian database, perancangan pengujian metode *Long Short-term Memory (LSTM)*. Untuk lebih detailnya tentang seluruh langkah-langkah dapat dilihat pada uraian dibawah.

3.1 Data dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mendapatkan data dari perusahaan PTPN IV Regional 6 KSO dengan jumlah ... data, 80% dari ... tersebut digunakan untuk data latih dan 20% digunakan untuk data uji. Selanjutnya data juga didapatkan dengan melakukan observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan pengelola kebun kelapa sawit untuk memahami praktik manajemen dan kondisi aktual di lapangan. Agar pengumpulan data didapat secara komprehensif dan relevan yang mencakup beberapa kategori utama:

Data referensi tentang hasil produksi kelapa sawit yang disebabkan oleh faktor lingkungan dan perawatan dari situs Referensi mengenai metode *Long Short-term Memory (LSTM)* dalam melakukan klasifikasi data yang diperoleh dari studi pustaka melalui situs google scholar.

1. Faktor Lingkungan

Data yang digunakan pada faktor lingkungan yaitu data curah hujan. Data diambil melalui website *Google Eart Engine* dengan melakukan sedikit konfigurasi coding untuk mengambil data pada daerah Aceh Tamiang. Contoh data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Data Curah Hujan

Waktu	Curah Hujan
Jan 1, 2024	0
Jan 2, 2024	0
Jan 3, 2024	4.864
Jan 4, 2024	4.864
Jan 5, 2024	9.728
Jan 6, 2024	15.702
Jan 7, 2024	15.702
Jan 8, 2024	5.234

2. Faktor Perawatan

Data yang digunakan pada faktor perawatan yaitu data pemupukan. Contoh data pemupukan yang diambil langsung dari perusahaan PTPN IV Regional 6 (KSO) dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Data Pemupukan

Tahun	No Tana m	Luas Blok (Ha)	POKOK	Rencana Di Pupuk NPK 13.6.27.4									
				Luas (Ha)			Jumlah Pokok			Dosis	Volume (Kg)		
				Manual	Spreader	Jumlah	Manual	Spreader	Total	Kg/Pk k	Manual	Spreader	Total
2015	8A	4.5	604	-	4.5	4.5	-	604	604	2.75	-	1,661	1,661
	8B	4.9	615	4.9	-	4.9	615	-	615	2.75	1,691	-	1,691
	9A	7.1	912	7.1	-	7.1	912	-	912	2.75	2,508	-	2,508
	9B	15.2	2,056	15.2	-	15.2	2,056	-	2,056	2.75	5,654	-	5,654
	10A	10.7	1,224	10.7	-	10.7	1,224	-	1,224	2.75	3,366	-	3,366
	10B	15.1	2,158	15.1	-	15.1	2,158	-	2,158	2.25	4,856	-	4,856
	11A	12.5	1,626	12.5	-	12.5	1,626	-	1,626	2.75	4,472	-	4,472
	11B	15.1	2,160	-	15.1	15.1	-	2,160	2,160	2.25	-	4,860	4,860
	12A	12.5	1,692	12.5	-	12.5	1,692	-	1,692	2.75	4,653	-	4,653
	12B	10.2	1,299	-	10.2	10.2	-	1,299	1,299	2.25	-	2,923	2,923
Jumlah TT 2015		107.8	14,346	78.0	29.8	107.8	10,283	4,063	14,346	2.55	27,200	9,444	36,644

Tabel 3.2 menunjukkan data pemupukan, yang dimana pemupukan dilakukan pada tiap-tiap blok dengan waktu pelaksanaanya 3 bulan sekali. Pada penelitian ini parameter atau atribut yang digunakan terdiri dari luas, jumlah pokok, dosis, dan volume.

3. Hasil Produksi

Data Hasil Produksi merupakan data utama yang digunakan dalam memprediksi hasil produksi nantinya. Contoh data Hasil Produksi yang diambil langsung dari perusahaan PTPN IV Regional 6 (KSO) dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3. 3 Data Hasil Produksi

TGL	AFD.I			AFD.II			AFD.III			AFD.IV		
	Prod	BRD	%	Prod	BRD	%	Prod	BRD	%	Prod	BRD	%
1	24.540	1.820	7,42	49.540	1.150	2,32	63.740	1.990	3,12	22.160	-	-
2	25.670	1.220	4,75	47.180	990	2,10	48.930	1.950	3,99	16.670	1.320	7,92
3	28.620	1.760	6,15	50.730	1.290	2,54	41.130	1.090	2,65	20.600	-	-
4	19.400	2.580	13,30	49.870	940	1,88	50.430	1.740	3,45	32.220	1.260	3,91
5	34.570	-	-	67.490	-	-	63.540	-	-	27.480	-	-
6	41.470	3.250	7,84	61.010	4.110	6,74	54.230	3.300	6,09	32.280	1.840	5,70
7	33.440	700	2,09	66.390	1.320	1,99	59.620	2.090	3,51	35.640	-	-
8	36.390	-	-	67.270	-	-	59.790	-	-	26.690	-	-
9	23.160	3.860	16,67	60.890	2.190	3,60	46.010	3.410	7,41	22.250	1.690	7,60
10	24.240	1.280	5,28	46.650	1.730	3,71	31.360	740	2,36	17.800	-	-
11	25.870	820	3,17	54.870	1.350	2,46	53.820	1.370	2,55	24.220	-	-
12	33.720	1.760	5,22	52.730	2.060	3,91	46.110	1.090	2,36	32.620	1.740	5,33
13	27.440	740	2,70	55.650	1.520	2,73	39.850	1.180	2,96	22.690	-	-
14	25.580	750	2,93	41.440	1.090	2,63	49.950	1.270	2,54	25.860	-	-
15	25.480	770	3,02	50.420	1.460	2,90	49.070	1.160	2,36	26.380	1.960	7,43
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUMLAH	429.590	21.310	4,96	822.130	21.200	2,58	757.580	22.380	2,95	385.560	9.810	2,54

Tabel 3.3 menunjukkan data hasil produksi, yang dimana data tersebut merupakan data produksi harian, yang mencakup atribut prod (produksi) dan BRD (brondolan). Pada penelitian ini, parameter atau atribut data yang digunakan hanya atribut data produksi.

3.2 Rancangan

Teknik yang digunakan dalam Perancangan sistem ini adalah Unified Modeling Language (UML), sebagai metode pemodelan untuk memvisualisasikan perancangan sistem. UML digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan aplikasi dengan menggunakan 2 jenis diagram yaitu Use Case Diagram dan Activity Diagram.

3.2.1 Analisis Kebutuhan Data

Analisis kebutuhan data adalah proses untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memvalidasi kebutuhan data yang digunakan oleh sebuah aplikasi. Berikut ini adalah hal-hal yang harus diperhatikan untuk memenuhi kebutuhan data dari sistem ini:

Tabel 3. 4 Analisis Kebutuhan Data

No	Jenis Data	Deskripsi
1	Data Pengguna	Informasi tentang akun pengguna seperti username, password, dan peran.
2	Dataset Historis	Gabungan data lingkungan, perawatan, dan hasil produksi historis.
3	Data Real-time	Data mencakup faktor lingkungan, perawatan, dan hasil produksi yang telah dikumpulkan setelah analisis waktu nyata.
4	Hasil Prediksi	Output model prediksi yang berupa estimasi jumlah produksi berdasarkan inputan Data Time Series.

5	Laporan Produksi	File yang berisi hasil prediksi dalam bentuk tabel, grafik, atau angka.
---	------------------	---

3.2.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang berdasarkan proses yang mampu disediakan oleh sistem dan mencakup kebutuhan dasar pengguna tersebut berupa fitur, layanan dan fungsi. Sedangkan kebutuhan non fungsional merupakan sekumpulan batasan, karakteristik, dan properti pada sistem, baik dalam pengembangan maupun operasional. Berikut adalah kebutuhan fungsional yang akan diterapkan pada sistem ini:

a. User

User terbagi menjadi 3 bagian yaitu asisten kepala, admin, dan petugas lapangan:

a). Asisten Kepala

1. Asisten Kepala dapat melakukan login menggunakan akun yang sudah terdaftar.
2. Asisten Kepala dapat melihat hasil prediksi
3. Asisten Kepala dapat mengunduh laporan.

b). Admin

1. Admin bisa melakukan login dengan akun yang sudah terdaftar.
2. Admin dapat menambah, mengubah, dan menghapus Data Time Series, termasuk data terkait faktor lingkungan dan perawatan.
3. Admin bisa menambah, mengubah, dan menghapus data pengguna.
4. Admin dapat menginput Data Time Series
5. Admin dapat menjalankan atau memproses prediksi hasil produksi berdasarkan Data Time Series.
6. Admin dapat melihat prediksi hasil produksi.
7. Admin dapat mengunduh laporan.

c). Petugas Lapangan

1. Petugas lapangan bisa melakukan login dengan akun yang sudah didaftarkan oleh admin.
2. Petugas lapangan dapat menginput data real-time seperti data lingkungan, perawatan, dan hasil produksi ke dalam aplikasi secara langsung.

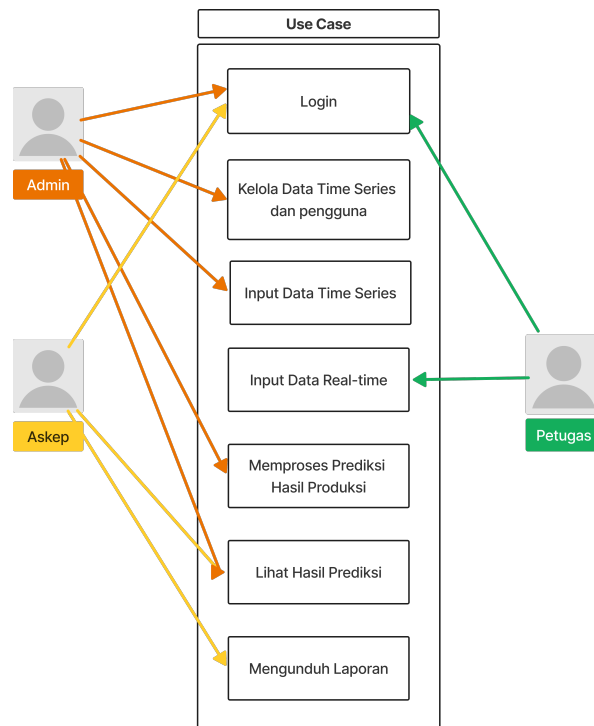
3.2.3 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional dilakukan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan untuk perancangan, pengembangan, dan implementasi aplikasi. Analisa kebutuhan non fungsional terbagi dua, yaitu Analisa perangkat keras dan Analisa perangkat lunak:

1. System Operasi MacOS.
2. Laptop Macbook Air M1.
3. Aplikasi Code Editor Visual Studio Code atau Google Colab.
4. Aplikasi PostgreSQL.
5. Aplikasi Browser.

3.2.4 Use Case Diagram

Pada tahapan ini terdapat 3 aktor yaitu Asisten Kepala, kerani (Operator) dan petugas lapangan. Penjelasan pada tahap ini diilustrasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Use Case Diagram

Gambar 3.1 menjelaskan tentang *Use Case Diagram* yang memiliki tiga aktor yaitu Asisten Kepala, Kerani (Admin) dan Petugas Lapangan, serta enam *Use Case* yaitu Login, Kelola Data Time Series, Input Data Time Series, Input Data Real-time, Memproses Prediksi Hasil Produksi, Lihat Hasil Produksi, dan Mengunduh Laporan.

3.2.1.1 Definisi Aktor

Definisi aktor pada sistem dideskripsikan pada Tabel

Tabel 3. 5 Definisi Aktor

No	Aktor	Deskripsi
1	Asisten Kepala	Pengambil keputusan utama yang memantau hasil prediksi, memberikan instruksi pemeliharaan tambahan dan laporan hasil produksi.

2	Kerani (Admin)	Bertanggung jawab dalam mengelola data pengguna, mengelola Data Time Series, dan melihat laporan hasil produksi.
3	Petugas Lapangan	Bertugas untuk memasukkan data real-time terkait faktor lingkungan seperti curah hujan dan faktor perawatan seperti pemupukan.

Tabel 3.1 menjelaskan peran tiga aktor utama dalam sistem, yaitu Asisten Kepala, Kerani (Admin), dan Petugas Lapangan. Asisten Kepala bertindak sebagai pengambil keputusan utama dengan tugas memantau hasil prediksi, memberikan instruksi tambahan terkait pemeliharaan, dan menyusun laporan hasil produksi. Kerani bertanggung jawab dalam pengelolaan data pengguna, penyimpanan Data Time Series, serta akses terhadap laporan hasil produksi. Sementara itu, Petugas Lapangan berperan dalam pengumpulan data real-time terkait faktor lingkungan seperti curah hujan dan faktor perawatan pemupukan.

3.2.1.2 Definisi *Use Case*

Pada Tabel 3.4 akan mendefinisikan setiap case Login, Kelola Data Time Series dan pengguna, input data real-time, Memproses prediksi hasil produksi, Lihat hasil produksi, dan mengunduh laporan.

Tabel 3. 6 Definisi Use Case

No	Use Case	Deskripsi
1	Login	Proses yang memungkinkan user Asisten Kepala, Admin, dan Petugas Lapangan akan diverifikasi sebelum memasuki sistem.
2	Kelola Data Time Series dan pengguna.	Admin dapat menambahkan, mengubah, atau menghapus Data Time Series dan pengguna.
3	Input Data Real-time	Petugas melakukan penginputan data real-time dari faktor lingkungan, faktor perawatan, dan hasil produksi.

4	Memproses Prediksi Hasil Produksi	Admin menjalankan model prediksi berdasarkan data yang tersedia.
5	Lihat Hasil Prediksi	Petinggi dan admin dapat mengakses hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem berdasarkan data yang sudah dimasukkan.
6	Mengunduh Laporan	Asisten Kepala dapat mengunduh data atau laporan sesuai dengan kebutuhan.

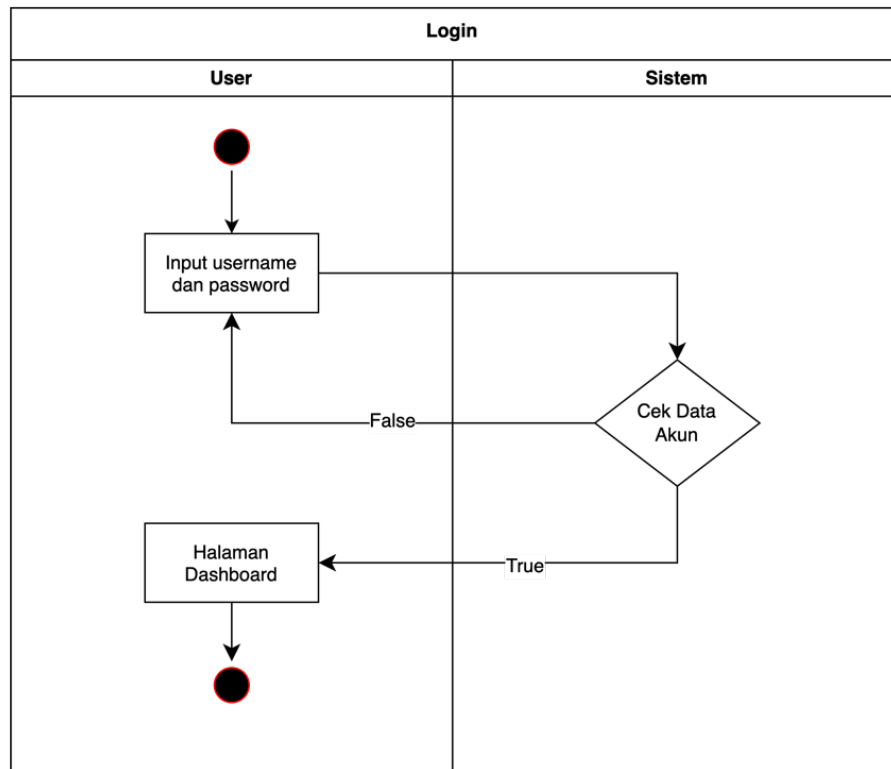
Tabel 3.4 ini menjelaskan enam use case utama dalam sistem. Use case "Login" memungkinkan user seperti Asisten Kepala, Admin, dan Petugas Lapangan untuk diverifikasi sebelum mengakses sistem. Selanjutnya, Admin memiliki kemampuan untuk mengelola Data Time Series dan pengguna, termasuk menambahkan, mengubah, atau menghapus data. Petugas Lapangan bertugas menginput data real-time dari faktor lingkungan, faktor perawatan, dan hasil produksi. Admin dapat memproses prediksi hasil produksi menggunakan model berbasis data yang tersedia. Hasil prediksi ini dapat diakses oleh Asisten Kepala dan Admin untuk keperluan analisis. Terakhir, Asisten Kepala memiliki fitur untuk mengunduh laporan sesuai kebutuhan.

3.2.5 Activity Diagram

Activity Diagram adalah diagram yang dapat memodelkan proses-proses yang terjadi pada sistem.

1. Activity Diagram Login

Tahapan *Activity Diagram* Login yang dapat diakses oleh *user* atau semua aktor dapat dilihat pada Gambar 3.2

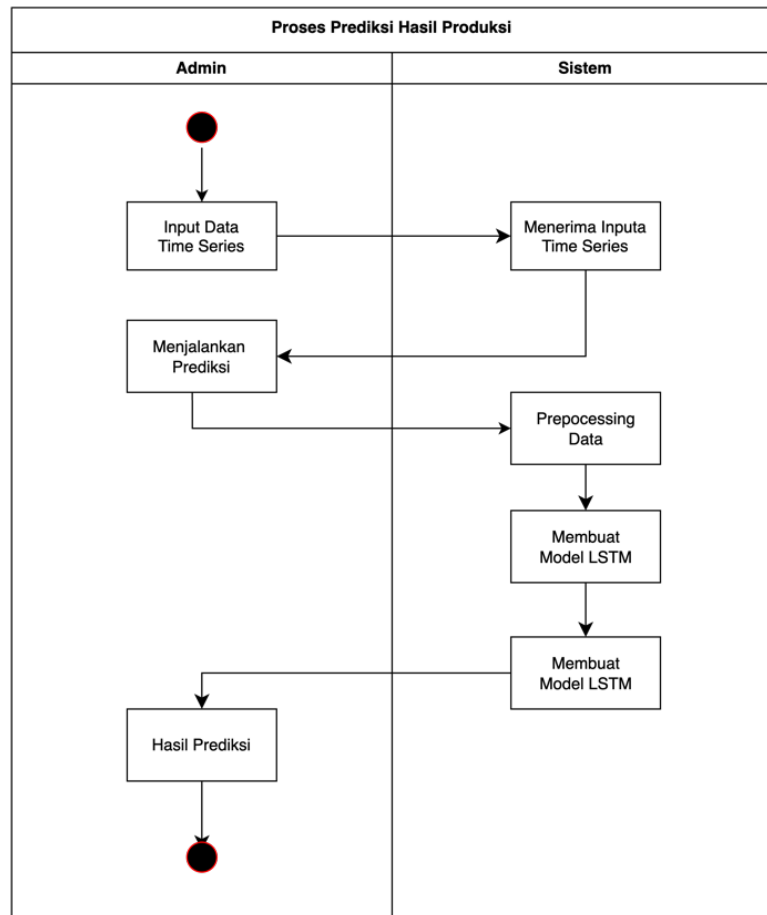


Gambar 3. 2 *Activity Diagram* Login

Gambar 3.2 menjelaskan *Activity Diagram* Login. Proses dimulai dari *user* dengan memasukkan *username* dan *password*, lalu data tersebut dikirim ke sistem untuk diverifikasi pada tahap “Cek Data Akun”. Pada tahap keputusan, jika data tidak valid (*flase*), proses login dihentikan, dan *user* akan diarahkan Kembali atau diberi pesan kesalahan. Sebaliknya, jika data valid (*True*), *user* akan diarahkan ke halaman dashboard, yaitu halaman utama setelah berhasil login.

2. *Activity* Proses Prediksi Hasil Produksi

Tahapan *Activity Diagram* Proses Prediksi Hasil Prediksi yang hanya bisa diakses oleh *admin* dapat dilihat pada Gambar 3.3



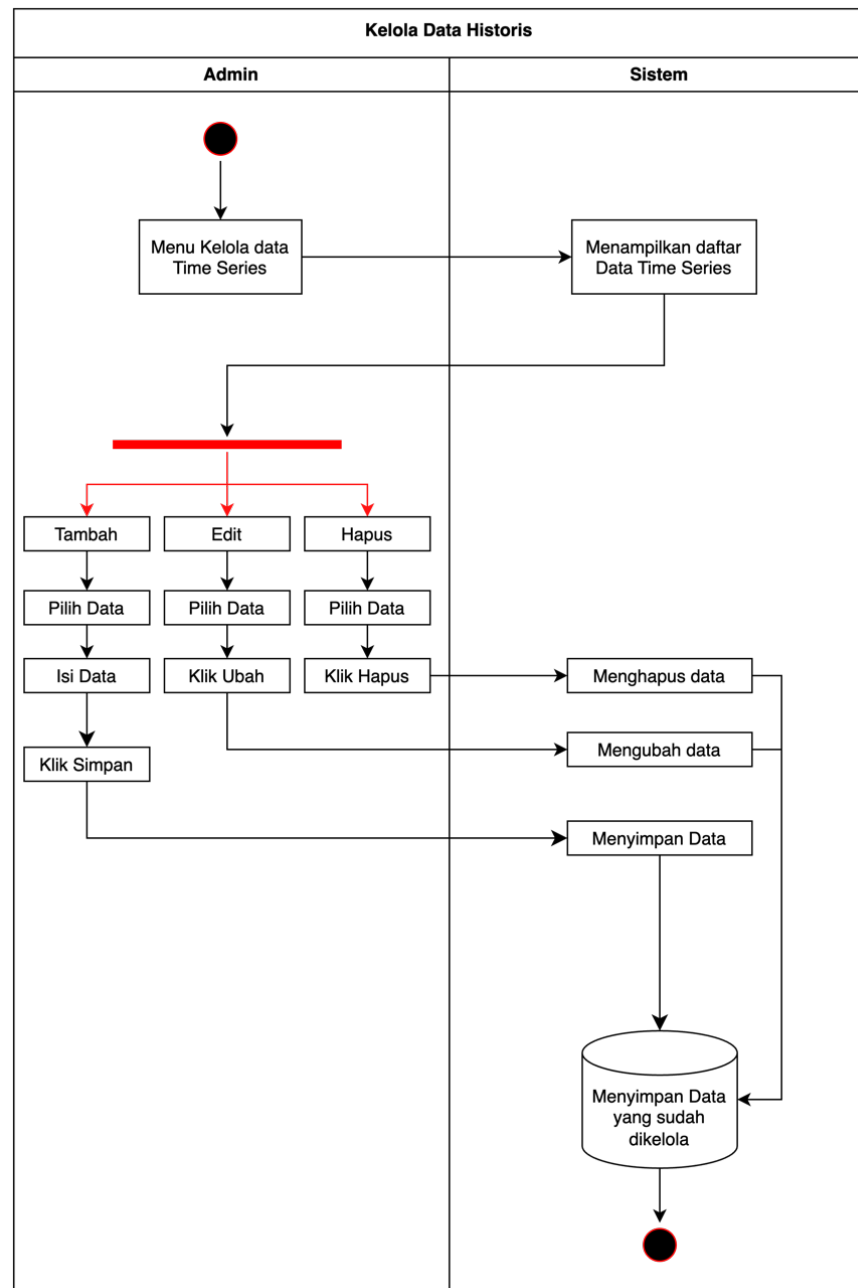
Gambar 3. 3 *Activity* Proses Prediksi Hasil Produksi

Gambar 3.3 menjelaskan *Activity Diagram* Proses Prediksi Hasil Produksi. Proses dimulai dari *Admin* yang memasukkan data *time-series*, kemudian sistem menerima data tersebut untuk diproses lebih lanjut. Sistem melakukan preporcessing data untuk memastikan data dalam format yang sesuai sebelum membangun model prediksi menggunakan algoritma *LSTM* (*Long Short-term Memory*). Setelah model dibuat, *Admin* menjalankan proses prediksi menggunakan model yang telah dibuat oleh sistem. Hasil prediksi kemudian ditampilkan oleh sistem kepada *Admin* sebagai output akhir.

3. *Activity* Kelola Data Time Series

Tahapan *Activity Diagram* Kelola Data Time Series yang hanya bisa diakses oleh admin yang dimana admin dapat mengelola dapat mengelola seluruh data

pada sistem. *Activity Diagram* Kelola Data Time Series dapat dilihat pada Gambar 3.4



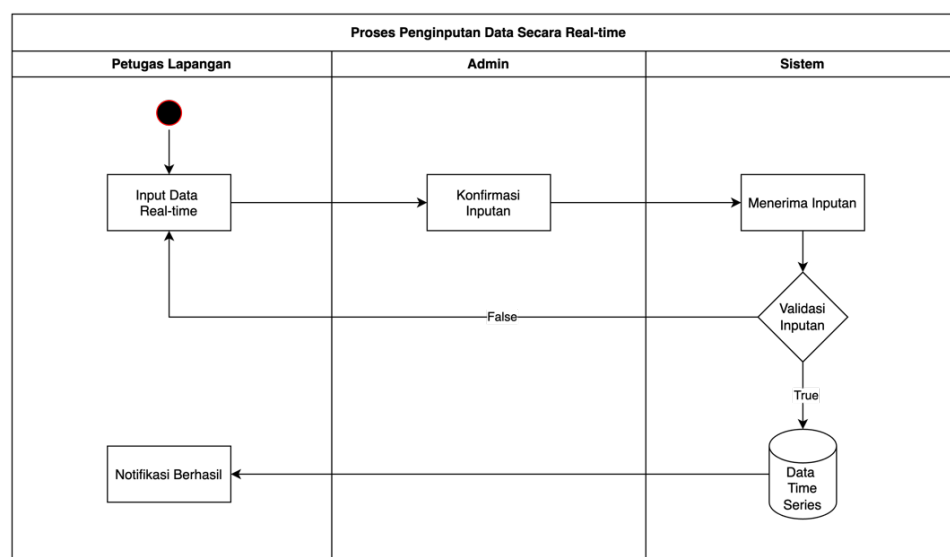
Gambar 3. 4 *Activity* Kelola Data Time Series

Gambar 3.5 menjelaskan *Activity Diagram* Kelola Data Time Series. Proses dimulai dengan *Admin* memilih menu pengelolaan data *time-series*, yang diikuti oleh sistem menampilkan daftar data yang tersedia. *Admin*

kemudian dapat memilih salah satu dari tiga opsi pengelolaan: menambah data dengan mengisi informasi baru dan menyimpannya, mengedit data dengan memilih data yang ingin diubah lalu menyimpan perubahannya, atau menghapus data yang tidak diperlukan. Sistem memproses setiap perubahan yang dilakukan, termasuk menambah, mengedit, atau menghapus data, serta menyimpan hasil pengelolaan tersebut. Proses ini diakhiri dengan penyimpanan data yang sudah dikelola.

4. *Activity* Input Data Real-time

Tahapan *Activity Diagram* Input Data Real-time yang hanya bisa diakses oleh petugas lapangan dapat dilihat pada Gambar 3.5



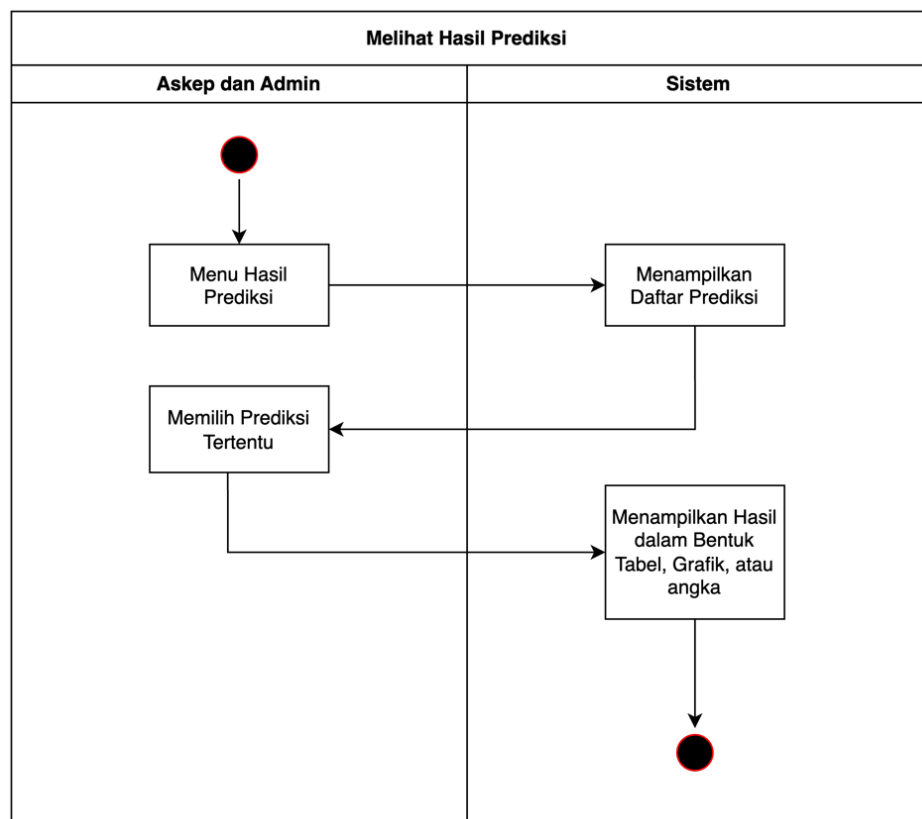
Gambar 3. 5 Activity Input Data Real-time

Gambar 3.3 menjelaskan *Activity Diagram* Input Data Real-time. Petugas lapangan bertanggung menginput data secara real-time, yang kemudian diteruskan kepada admin untuk dilakukan konfirmasi. Jika admin menyetujui data tersebut (valid), sistem akan menerima inputan dan melakukan validasi otomatis. Apabila data valid, sistem akan menyimpannya ke dalam Data Time Series, dan petugas lapangan akan menerima Notifikasi Berhasil sebagai tanda bahwa proses telah selesai. Jika data tidak valid pada tahap konfirmasi oleh admin atau validasi oleh sistem, proses akan

dihentikan. Diagram ini memastikan pengelolaan data yang terstruktur, valid, dan tersimpan dengan baik untuk kebutuhan historis.

5. *Activity* Lihat Hasil Prediksi

Tahapan *Activity Diagram* Lihat Hasil Prediksi yang hanya bisa dilihat oleh Askep dan admin dapat dilihat pada Gambar 3.6

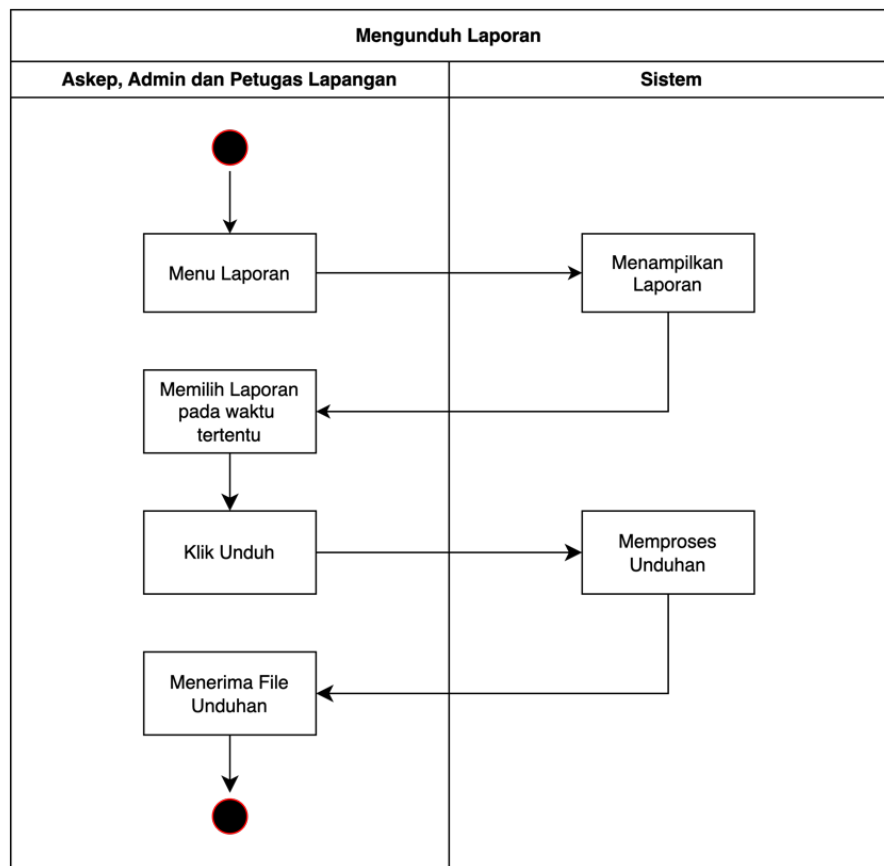


Gambar 3. 6 *Acitivity Diagram* Lihat Hasi Prediksi

Gambar 3.5 menjelaskan *Activity Diagram* Lihat Hasil Prediksi proses dimulai dari Askep dan Admin yang mengakses Menu Hasil Prediksi. Sistem kemudian menampilkan daftar prediksi yang tersedia. Askep dan Admin memilih prediksi tertentu, dan Sistem menampilkan hasil prediksi tersebut dalam berbagai format, seperti tabel, grafik, atau angka. Diagram ini menunjukkan interaksi antara pengguna dan sistem secara berurutan, dengan fokus pada penyajian data prediksi yang mudah diinterpretasikan oleh pengguna.

6. Activity Mengunduh Laporan

Tahapan *Activity Diagram* Mengunduh Laporan yang bisa diakses oleh semua aktor dapat dilihat pada Gambar 3.7



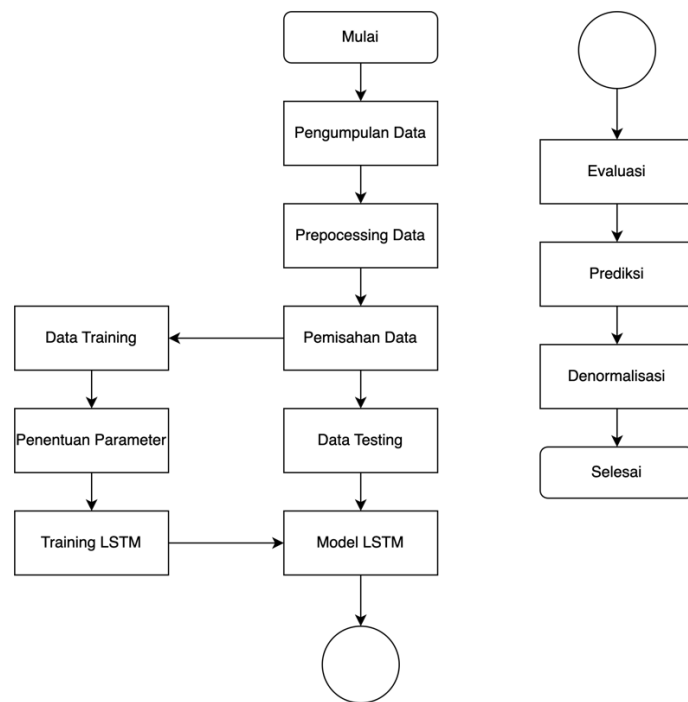
Gambar 3. 7 *Activity Diagram* Mengunduh Laporan

Gambar 3.6 menjelaskan *Activity Diagram* Mengunduh Laporan. Proses dimulai ketika actor membuka “Menu Laporan” dan memilih laporan bersarkan waktu tertentu. Setelah itu, actor mengklik tombol “Unduh”, yang akan memicu sistem untuk memproses permintaan dengan menampilkan laporan yang sesuai dan mempersiapkan file laporan untuk diunduh. Setelah proses selesai, file laporan diterima oleh actor.

3.3 Desain Model Prediksi

Desain model prediksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode *Long Short-term Memory* dengan memprediksi hasil

produksi berdasarkan faktor lingkungan dan perawatan, serta data hasil produksi. Proses tahapan desain sistem menggunakan metode *Long Short-term Memory* dapat dilihat pada Gambar 3.9

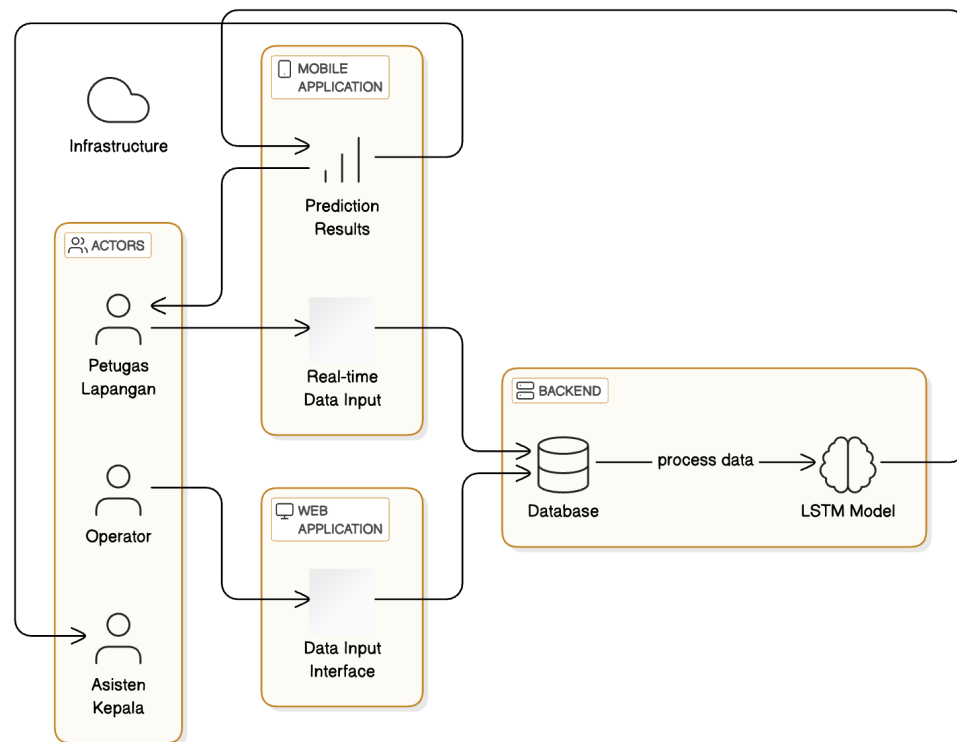


Gambar 3. 8 Desain Model Prediksi

Gambar 3.4 menjelaskan Desain sistem model *Long Short-term Memory*. Proses dimulai dengan pengumpulan data, seperti data lingkungan (curah hujan), perawatan (pemupukan), dan hasil produksi kelapa sawit. Data yang dikumpulkan keudian melalui tahap penanganan missing value (Penanganan nilai yang kosong pada data), uji normalitas, dan normalisasi untuk memastikan kualitas dan konsistensi data. Selanjutnya, data disegmentasi dan dibagi menjadi data training untuk melatih model dan data testing untuk evaluasi. Parameter-parameter model LSTM ditentukan, dan model dilatih menggunakan data training untuk mempelajari pola. Setelah pelatihan selesai, model diuji dengan data testing untuk mengevaluasi performanya menggunakan metrik tertentu. Model yang terlatih kemudian digunakan untuk prediksi hasil produksi, dan hasilnya didenormalisasi ke skala aslinya agar dapat diinterpretasikan.

3.4 Arsitektur Umum Sistem Prediksi Hasil Produksi

Ilustrasi dari arsitektur umum perancangan sistem prediksi hasil produksi dapat dilihat pada Gambar 3.8



Gambar 3. 9 Arsitektur Umum Sistem Prediksi Hasil Produksi

Pada Gambar 3.10 menjelaskan Arsitektur Umum Sistem Hasil Prediksi Produksi Kelapa Sawit. Petugas lapangan bertugas mengumpulkan data real-time terkait faktor lingkungan dan perawatan melalui aplikasi mobile, sementara operator (admin) mengelola data time series, memvalidasi inputan, dan menjalankan hasil prediksi menggunakan aplikasi berbasis website. Hasil prediksi ini kemudian digunakan oleh asisten kepala sebagai dasar pengambilan keputusan strategis, yang juga dapat mengunduh laporan hasil prediksi. Pada Backend sistem mengolah data yang diterima dari aplikasi mobile dan web, kemudian menyimpannya ke dalam database, dan

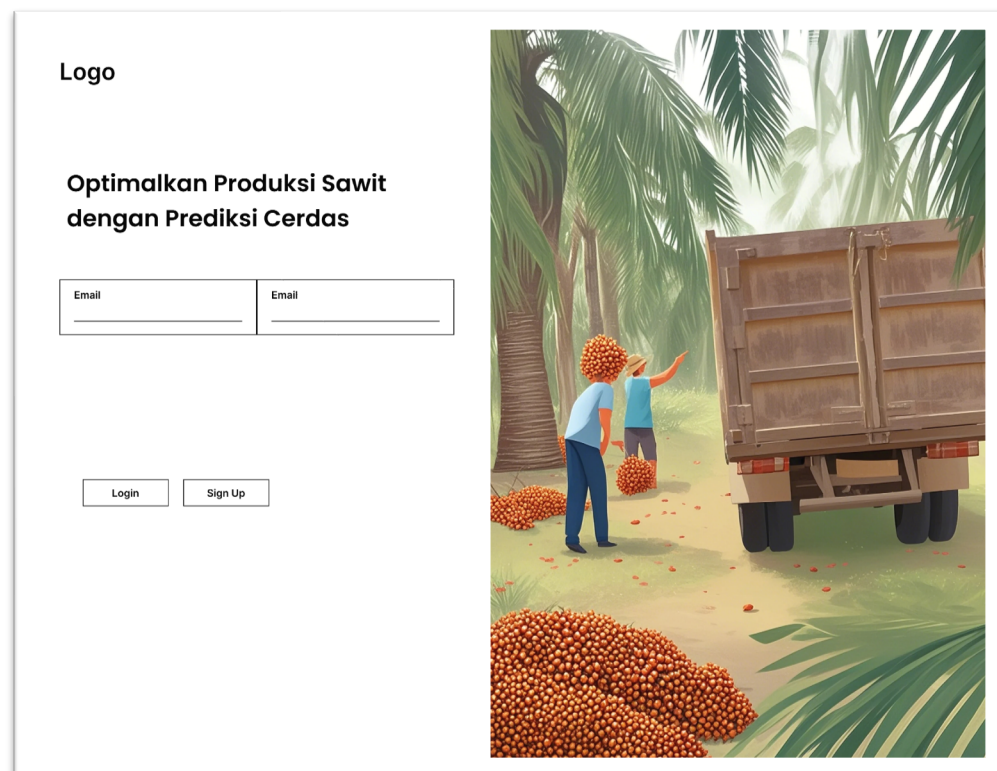
memprosesnya menggunakan model *Long-short term memory (LSTM)* untuk menghasilkan prediksi yang akurat.

3.5 Perancangan Antarmuka (User Interface)

Perancangan *User Interface* pada sistem ini bertujuan untuk menciptakan tampilan yang dapat memandu pengguna dalam mengoperasikan program sistem kedepannya. Berikut adalah rancangan antarmuka yang akan dibangun.

1. Halaman *Login*

User Interface pada halaman login dapat dilihat secara lebih jelas pada Gambar ..., yang menampilkan elemen-elemen penting seperti kolom input untuk username dan password, serta tombol untuk masuk ke dalam sistem.



Gambar ... adalah halaman *login* yang dirancang untuk memvalidasi sistem dari aplikasi prediksi produksi kelapa sawit agar setiap pengguna yang berkujung diwajibkan terlebih dahulu menginput email dan password. Halaman ini terbagi

menjadi dua bagian utama, di mana sisi kiri berisi elemen login dengan latar belakang putih, mencakup judul "Optimalkan Produksi Sawit dengan Prediksi Cerdas," dua kolom input untuk email, serta dua tombol aksi, yaitu "Login" dan "Sign Up." Sementara itu, sisi kanan menampilkan ilustrasi perkebunan kelapa sawit dengan pekerja yang sedang memanen dan mengangkut hasil panen ke dalam truk, mencerminkan konteks aplikasi yang berfokus pada industri kelapa sawit. Desain ini menggabungkan fungsionalitas dengan visual yang relevan, meskipun terdapat duplikasi kolom email yang dapat diperbaiki untuk meningkatkan pengalaman pengguna.

2. Halaman *Dashboard*

3.

3.6 Teknik Pengujian

3.4.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian ini berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem berdasarkan spesifikasi tanpa melihat implementasi internal atau kode program. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan. Penguji memberikan input pada sistem dan memeriksa apakah output yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Misalnya, sistem memprediksi hasil produksi kelapa sawit ketika data time-series dimasukkan, dan penguji memeriksa apakah prediksi tersebut benar ditampilkan. Pengujian *Black Box* juga mencakup pengujian validasi input, navigasi antarhalaman, serta respon terhadap aksi pengguna.

3.4.2 Pengujian *White Box*

Pengujian *White Box* merupakan pengujian yang dilakukan dengan memeriksa logika interna, alur program, dan kode sumber sistem untuk memastikan sistem bekerja sesuai desain. Teknik ini mengharuskan penguji memiliki pengetahuan tentang kode program. Pengujian dilakukan pada tingkat unit (fungsi), integrasi (interaksi antar modul), dan sistem secara keseluruhan.

Dalam sistem prediksi ini, pengujian *White Box* mencakup pengujian algoritma *Long Short-term Memory (LSTM)* untuk memastikan *preprocessing* data berjalan benar, struktur data diproses dengan baik, dan model memberikan output prediksi yang sesuai. Selain itu, pengujian integrasi database memastikan data disimpan dan diambil tanpa kesalahan.

3.4.3 Pengujian Kinerja Model Prediksi Menggunakan Metrik *MAE*

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi dan keandalan model prediksi yang digunakan dalam sistem, menggunakan data uji. Pengujian ini berfokus pada algoritma *LSTM* yang menjadi inti dari sistem prediksi. Data *time-series* yang tidak digunakan dalam pelatihan model digunakan sebagai dataset pengujian. Evaluasi ini dilakukan menggunakan metrik *Mean Absolute Error (MAE)* yang akan mengukur rata-rata kesalahan absolute antara prediksi dan data aktual.

3.7 Hasil yang diharapkan

Dari penelitian yang akan dilakukan ini, ada beberapa hasil yang diharapkan. Adapun hasil yang diharapkan antara lain:

1. Model dapat menghasilkan prediksi yang akurat mengenai hasil produksi kelapa sawit di PTPN IV REGIONAL 6 KSO menggunakan algoritma *Long Short-term Memory (LSTM)*.
2. Sistem membantu mengurangi waktu dan upaya manual yang sebelumnya diperlukan untuk memproses data *time-series* dan melakukan prediksi, sehingga mempercepat proses analisis dan pengambilan keputusan.

JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

Tabel 1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan																							
		Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan Data																								
2	Pengumpulan Data																								
3	Identifikasi Kebutuhan dan Analisis Sistem																								
4	Perancangan Model																								
5	Perancangan Sistem																								
6	Implementasi Sistem																								
7	Testing																								

Figure 1

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi Yanto, Erni Rouza, Edi Saputra. (2019) Desember. *Penerapan Metode Inferensi Fuzzy Takagi Sugeno-Kang Untuk Prediksi Hasil Panen Kelapa Sawit*, *JISA (Jurnal Informatika dan Sains)*, 2/2. Universitas Pasir Pengaraian, ISSN: 2614-8404, Hal 1-12.
- [2] Fahri Husaini, Ingg Permana, M. Fadal, Febi Nur Salisah. (2024) April. *Penerapan Algoritma LongShort-Term Memory untuk Prediksi Produksi Kelapa Sawit*. *Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, ISSN: 2797-2313, Hal: 366-374.
- [3] Masykur. (2013) Desember. *Pengembangan Industri Kelapa Sawit Sebagai Penghasil Energi Bahan Bakar Alternatif dan Mengurangi Pemanasan Global (Studi di Riau Sebagai Penghasil Kelapa Sawit Terbesar di Indonesia)*. *Jurnal Reformasi*, 3/2. Universitas Kanjuruhan Malang.
- [4] Syukri Habibi Nasution, Chairani Hanum, Jasmani Ginting. (2014) Maret. *Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Pada Berbagai Perbandingan Media Tanam Solid Decanter Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Sistem Single Stage*. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2/2. Universitas Sumatera Utara, ISSN No. 2337- 6597.
- [5] Ngaji, B. U. Dan Widjaja, E., 2004. *Limbah Padat Pengolahan Minyak Sawit Sebagai Sumber Nutrisi Ternak Ruminansia*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah. Palangkaraya.
- [6] Mastur dan Kristianto, L. K., 2010. Hasil- Hasil Pengkajian/ Penelitian Pengembangan Sapi Terpadu dengan Kelapa Sawit di Kabupaten Paser, Samarinda.
- [7] Roihan, A., Sunarya, P. A., & Rafika, A. S. (2020). *Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper*. *Indonesian Journal on*

- Computer and Information Technology (IJCIT), 5(1), 75–82.
<https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijcit>
- [8] E. D. Pratama, “Implementasi Model Long-Short Term Memory(LSTM) pada Klasifikasi Teks Data SMS Spam Berbahasa Indonesia,” *The Journal on Machine Learning and Computational Intelligence (JMLCI)*, 2022.
- [9] T. A. F. Muhammad and M. I. Irawan, “Implementasi Long Short-Term Memory (LSTM) untuk Prediksi Intensitas Curah Hujan (Studi Kasus: Kabupaten Malang),” *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, vol. 12, no. 1, May 2023, doi: 10.12962/j23373520.v12i1.106892.
- [10] A. Santoso, A. I. Purnamasari, and N. I. Ali, “PREDIKSI HARGA BERAS MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL NETWORK DAN LONG SHORT-TERM MEMORY,” *PROSISKO Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 128–136, Mar. 2024, doi: 10.30656/prosisko.v11i1.7921.
- [11] D. E. B. Jabat, L. Y. Sipayung, and K. R. S. Dakhi, “PENERAPAN ALGORITMA RECURRENT NEURAL NETWORKS (RNN) UNTUK KLASIFIKASI ULOS BATAK TOBA,” Jun. 19, 2024. <https://ejournal.ust.ac.id/index.php/SNISTIK/article/view/3697>
- [12] A. Wisnugraha Sugiyarto and A. Maman Abadi, “Prediction of Indonesian Palm Oil Production Using Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network (LSTM-RNN).”