

**PERANCANGAN SISTEM PREDIKSI HASIL PANEN PADI
DENGAN METODE REGRESI LINEAR BERGANDA DI
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI



oleh

Umi Aliya Ayu Adhiba

E41220016

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2026**

**PERANCANGAN SISTEM PREDIKSI HASIL PANEN PADI,
DENGAN METODE REGRESI LINEAR BERGANDA DI
KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI



Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.Kom)
di Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi

oleh

Umi Aliya Ayu Adhiba

E41220016

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

2026

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI**

**PERANCANGAN SISTEM PREDIKSI HASIL PANEN PADI DENGAN
METODE REGRESI LINEAR BERGANDA DI KABUPATEN JEMBER**

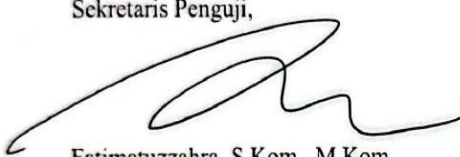
Umi Aliya Ayu Adhiba (E41220016)

Telah Diuji pada Tanggal 22 Juni 2026
dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Ketua Penguji,


Zilvanhisna Enka Fitri, ST. MT
NIP.19920302 201803 2 001

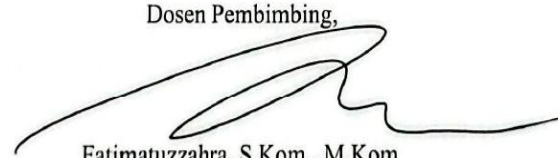
Sekretaris Penguji,


Fatimatuazzahra, S.Kom., M.Kom
NIP.19950602 202406 2 005

Anggota Penguji,


Dr. Denny Trias Utomo, S.Si, M.T
NIP.19711009 200312 1 001

Dosen Pembimbing,


Fatimatuazzahra, S.Kom., M.Kom
NIP. 19950602 202406 2 005

Mengesahkan

Ketua Jurusan Teknologi Informasi,


Dr. Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs
NIP.19830203 200604 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Umi Aliya Ayu Adhiba

NIM : E41220016

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Skripsi saya yang berjudul “Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember” merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Laporan Skripsi ini.

Jember, 22 Juni 2026

Umi Aliya Ayu Adhiba
NIM.E41220016



**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Yang bertandatangan di bawah ini, saya :

Nama : Umi Aliya Ayu Adhiba
NIM : E41220016
Program Studi : D4 Teknik Informatika
Jurusan : Teknologi Informasi

Demi Pengembangan Ilmu Pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Karya Ilmiah berupa **Laporan Skripsi** saya yang berjudul :

**PERANCANGAN SISTEM PREDIKSI HASIL PANEN PADI DENGAN
METODE REGRESI LINEAR BERGANDA DI KABUPATEN JEMBER**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jember
Pada Tanggal : 22 Juni 2026
Yang Menyatakan,



Nama : Umi Aliya Ayu Adhiba
NIM : E41220016

MOTTO

“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR. Muslim)

“Jangan pernah menyerah sebelum mencoba, karena setiap kesuksesan tidak datang secara instan, melainkan merupakan hasil dari kerja keras, ketekunan, dan doa yang tidak pernah putus. Dalam setiap proses yang dijalani, selalu ada tantangan dan rintangan yang harus dihadapi dengan penuh kesabaran. Oleh karena itu, berusaha dengan sungguh-sungguh, diiringi doa, serta bertawakal kepada Tuhan merupakan kunci utama dalam meraih keberhasilan dan mewujudkan setiap harapan.”

(Umi Aliya Ayu Adhiba)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, serta kemudahan dalam setiap langkah penyusunan skripsi yang berjudul ‘Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember, maka karya ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Ayah Fadlulloh dan Ibu Sri Handayani yang senantiasa menemani, mendoakan dan selalu mensupport penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas kasih sayang yang tulus dan pengorbanan yang sangat luar biasa dan doa-doa yang tak pernah putus sehingga penulis bisa ditahap ini.
2. Adik saya tercinta, Fanindya Umi Maulida Salma yang selalu memberikan dukungan, semangat dan selalu menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
3. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, *support* dan nasihat nya. Sehingga penulis bisa menyelesaikan kuliah tepat waktu.
4. Ibu Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing yang dengan sabar selalu membimbing penulis dari tahap awal penelitian hingga tahap akhir penelitian. Terimakasih atas dukungan hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
5. Dinas Tanaman Pangan Hortikultura Kabupaten Jember yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan penelitian.
6. Teman-teman selama perkuliahan yang sudah menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan. Terimakasih sudah menemani, men *support*, menerima seluruh keluh kesah penulis dan memberikan saran kepada penulis.
7. Teman diluar perkuliahan yang sudah selalu ada, memberikan semangat, serta menjadi penghibur di segala tantangan selama proses penyusunan skripsi.

8. Teruntuk penulis yang telah berjuang sejauh ini dengan penuh kesabaran, ketekunan, dan keikhlasan. Terima kasih karena tidak menyerah meskipun sering merasa ragu, dan putus asa dalam menghadapi setiap proses yang tidak mudah. Terima kasih karena tetap bertahan, terus berusaha, dan berani melangkah meskipun penuh dengan keterbatasan dan tantangan. Segala air mata, usaha, dan pengorbanan yang telah dilalui menjadi bukti bahwa diri ini mampu melewati semuanya hingga sampai pada titik ini. Semoga apa yang telah dicapai menjadi awal dari langkah yang lebih baik di masa depan dan menjadi pengingat bahwa setiap perjuangan tidak akan pernah sia-sia.

Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode Regresi

Linear Berganda di Kabupaten Jember

(Design of a Rice Harvest Prediction System Using the Multiple Linear Regression Method in Jember Regency)

Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom as *chief counselor*

Umi Aliya Ayu Adhiba

Study Program of Informatics Engineering

Majoring in Informaion Technology

Program Studi Teknik Informatika

Jurusan Teknologi Informasi

ABSTRACT

Accurate prediction of harvest yields is needed to assist production planning and decision making. This study aims to design a rice yield prediction system using the Multiple Linear Regression method and determine the accuracy level of the resulting model. The data used is historical rice data from Jember Regency for the period 2015–2024 with variables of Planted Area, Harvested Land Area, Productivity, Production and Rainfall. The research stages include data preprocessing, correlation analysis and feature selection, linearity testing, data sharing, model building, model evaluation, and implementation into a web-based system using the Laravel framework. From the results of feature selection, the variables used to build the model are Planted Area, Harvested Land Area and production. The model was built in stages, namely Model 1 to predict Harvested Land Area and Model 2 to predict Production. The evaluation results show that Model 1 obtained a MAPE value of 2.89% and R^2 of 0.8883, while Model 2 obtained a MAPE value of 4.23% and R^2 of 0.7976. These results demonstrate that the Multiple Linear Regression method is capable of producing highly accurate predictions, making the developed system suitable for use in estimating rice yields in Jember Regency.

Keywords: *Multiple Linear Regression, Harvest Yield Prediction, Rice, Jember Regency.*

Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember

Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom sebagai dosen pembimbing

Umi Aliya Ayu Adhiba

Program Studi Teknik Informatika

Jurusan Teknologi Informasi

ABSTRAK

Prediksi hasil panen yang akurat diperlukan untuk membantu perencanaan produksi dan pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan merancang sistem prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda serta mengetahui tingkat akurasi model yang dihasilkan. Data yang digunakan merupakan data historis padi Kabupaten Jember periode 2015–2024 dengan variabel Luas Tanam, Luas Lahan Terpanen, Produktivitas, Produksi dan Curah Hujan. Tahapan penelitian meliputi *preprocessing* data, analisis korelasi serta seleksi fitur, uji *linearitas*, pembagian data, pembangunan model, evaluasi model, dan implementasi ke dalam sistem berbasis web menggunakan *framework Laravel*. Dari hasil seleksi fitur, variabel yang digunakan untuk membangun model yaitu Luas Tanam, Luas Lahan Terpanen dan produksi. Model dibangun secara bertahap, yaitu Model 1 untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen dan Model 2 untuk memprediksi Produksi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Model 1 memperoleh nilai MAPE sebesar 2.89% dan R^2 sebesar 0.8883, sedangkan Model 2 memperoleh nilai MAPE sebesar 4.23% dan R^2 sebesar 0.7976. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Regresi Linear Berganda mampu menghasilkan prediksi yang sangat akurat, sehingga sistem yang dikembangkan layak digunakan sebagai pendukung dalam memperkirakan hasil panen padi di Kabupaten Jember.

Kata kunci: Regresi Linear Berganda, Prediksi Hasil Panen, Padi, Kabupaten Jember.

RINGKASAN

Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember, Umi Aliya Ayu Adhiba, Nim E41220016, Tahun 2026, 150 hlmn., Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom (Dosen Pembimbing).

Komoditas padi merupakan salah satu sektor pangan yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan di Kabupaten Jember. Perbedaan luas tanam pada setiap periode menyebabkan hasil panen yang diperoleh juga bervariasi, sehingga diperlukan suatu sistem yang mampu memperkirakan hasil panen secara lebih objektif dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda yang diimplementasikan ke dalam sistem berbasis web.

Pemodelan dilakukan secara bertahap, yaitu Model 1 untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen berdasarkan Luas Tanam, kemudian Model 2 untuk memprediksi Produksi berdasarkan Luas Tanam dan Luas Lahan Terpanen. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Model 1 memperoleh nilai R^2 sebesar 0.8883 dan MAPE sebesar 2.89%, sedangkan Model 2 memperoleh nilai R^2 sebesar 0.7976 dan MAPE sebesar 4.23%. Nilai MAPE pada kedua model berada di bawah 10%, sehingga menunjukkan bahwa metode Regresi Linear Berganda mampu menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai pendukung dalam memperkirakan hasil panen padi di Kabupaten Jember secara lebih cepat dan objektif.

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan karya tulis ilmiah berjudul “Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi dengan Metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember” dapat diselesaikan dengan baik.

Tulisan ini adalah laporan hasil penelitian yang dilaksanakan mulai bulan Agustus 2025 sampai dengan Februari 2026 di Gedung Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar S.Tr.Kom (Sarjana Terapan Komputer) di Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember Jurusan Teknologi Informasi.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya sebagai berikut.

1. Direktur Politeknik Negeri Jember.
2. Ketua Jurusan Teknologi Informasi.
3. Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Ibu Fatimatuzzahra, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing.

penelitian dan penulisan laporan ini.

Laporan Karya Tulis Ilmiah ini masih kurang sempurna, mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Jember, 22 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN MAHASISWA	iv
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
ABSTRAK	x
RINGKASAN	xi
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 <i>State Of The Art</i>	9
2.3 Landasan Teori	11
2.3.1 Prediksi.....	11
2.3.2 <i>Machine Learning</i>	12
2.3.3 <i>Preprocessing Data</i>	12

2.3.4	Regresi Linear Berganda	15
2.3.5	Uji <i>Linearitas</i>	16
2.3.6	Evaluasi Model	17
2.3.7	<i>Python</i>	20
2.3.8	<i>Library Python</i>	20
2.3.9	Padi	21
2.3.10	Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Jember	22
2.3.11	Website	22
2.3.12	<i>User Acceptance Testing (UAT)</i>	23
BAB 3.	METODE PENELITIAN	24
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	24
3.2	Alat dan Bahan	24
3.2.1	Alat Penelitian.....	24
3.2.2	Bahan Penelitian.....	24
3.2.3	Pengumpulan Data	25
3.3	Tahapan Penelitian.....	25
3.3.1	<i>Analysis</i>	26
3.3.2	<i>Design</i>	28
3.3.3	<i>Implementation</i>	35
3.3.4	<i>Testing</i>	36
3.3.5	<i>Maintenance</i>	36
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	<i>Analysis</i>	37
4.2	<i>Design</i>	38
4.3	<i>Implementation</i>	38
4.3.1	Tahap <i>Preprocessing</i> Data.....	38
4.3.2	Persiapan Pemodelan	47
4.3.3	Tahap Pemodelan	55
4.3.4	Evaluasi Model	58
4.3.5	Analisis Hasil Prediksi Berdasarkan Kecamatan.....	64

4.3.6 Implementasi Sistem	85
4.4 <i>Testing</i>	91
4.4.1 <i>Alpha Testing</i>	92
4.4.2 <i>Beta Testing</i>	96
4.5 <i>Maintenance</i>	99
 BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1 Kesimpulan	100
5.2 Saran	101
 DAFTAR PUSTAKA	102
 LAMPIRAN	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Metode Waterfall.....	26
Gambar 3. 2 Use Case admin.....	28
Gambar 3. 3 Use Case User	29
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem.....	30
Gambar 3. 5 Perancangan Database.....	31
Gambar 3. 6 Wireframe Login	32
Gambar 3. 7 Wireframe Dashboard	33
Gambar 3. 8 Wireframe Data Kecamatan	33
Gambar 3. 9 Wireframe Data Histori	34
Gambar 3. 10 Wireframe Prediksi.....	34
Gambar 3. 11 Wireframe Riwayat Prediksi	35
Gambar 4. 1 Boxplot Deteksi Outlier	44
Gambar 4. 2 Boxplot Hasil Penanganan Outlier	45
Gambar 4. 3 Heatmap Korelasi Pearson	49
Gambar 4. 4 Heatmap Variabel Terpilih.....	50
Gambar 4. 5 Uji Linearitas Luas Tanam terhadap Luas Lahan Terpanen.....	52
Gambar 4. 6 Uji Linearitas Luas Tanam terhadap Produksi	53
Gambar 4. 7 Luas Lahan Terpanen terhadap Produksi	54
Gambar 4. 8 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi Model Regresi Tahap 1	60
Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi Model Regresi Tahap 2	63
Gambar 4. 10 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Bangsalsari ..	66
Gambar 4. 11 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Jenggawah ...	69
Gambar 4. 12 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Jombang	72
Gambar 4. 13 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Kencong	75
Gambar 4. 14 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Panti.....	78
Gambar 4. 15 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Rambipuji	82
Gambar 4. 16 Tampilan Login	86
Gambar 4. 17 Tampilan Dashboard.....	87
Gambar 4. 18 Tampilan Data Kecamatan	88

Gambar 4. 19 Tampilan Data Historis.....	89
Gambar 4. 20 Tampilan Prediksi.....	90
Gambar 4. 21 Tampilan Riwayat Prediksi	91

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Dataset Awal.....	40
Tabel 4. 2 Hasil Identifikasi Missing Value	41
Tabel 4. 3 Hasil Pembersihan Format Data Numerik	42
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Metode IQR	43
Tabel 4. 5 Hasil Capping.....	44
Tabel 4. 6 Preview Data Setelah Preprocessing	46
Tabel 4. 7 Matriks Korelasi Pearson Antarvariabel	47
Tabel 4. 8 Pembagian data training dan data testing.....	51
Tabel 4. 9 Variabel Model Regresi Linear Berganda Tahap 1.....	55
Tabel 4. 10 Koefisien Model Regresi Linear Berganda Tahap 1	55
Tabel 4. 11 Variabel Model Regresi Linear Berganda Tahap 2.....	56
Tabel 4. 12 Koefisien Model Regresi Linear Berganda Tahap 2	57
Tabel 4. 13 Hasil Evaluasi Model Tahap 1.....	59
Tabel 4. 14 Hasil Evaluasi Model Tahap 2.....	62
Tabel 4. 15 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Bangsalsari.....	67
Tabel 4. 16 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Jenggawah	71
Tabel 4. 17 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Jombang.....	74
Tabel 4. 18 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Kencong.....	77
Tabel 4. 19 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Panti	80
Tabel 4. 20 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Rambipuji	83
Tabel 4. 21 Tabel pengujian Alpha Testing fitur login	92
Tabel 4. 22 Tabel pengujian Alpha Testing fitur Data Histori.....	92
Tabel 4. 23 Tabel pengujian Alpha Testing fitur Prediksi	94
Tabel 4. 24 Tabel pengujian Alpha Testing fitur Hasil Prediksi.....	94
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Alpha Testing.....	95
Tabel 4. 26 Hasil penilaian responden	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin untuk Bankes Bangpol Kabupaten Jember	106
Lampiran 2 Surat Izin dari Bankes Bangpol untuk Dinas Pertanian Kabupaten Jember	107
Lampiran 3 Wawancara dan pengambilan data di Dinas Pertanian Kabuapten Jember	108
Lampiran 4 Tabel Wawancara	108
Lampiran 5 Pengujian ke pakar sistem dinas	110
Lampiran 6 Tabel Pengujian Pakar Sistem	111
Lampiran 7 Validasi Sistem ke Dinas	112
Lampiran 8 Hasil Pengisian Kuisisioner UAT	113

BAB 1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian di Jawa Timur mempunyai peran yang sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Sektor pertanian tidak hanya berkontribusi terhadap penyediaan bahan pangan bagi masyarakat, tetapi juga menjadi salah satu penggerak utama perekonomian daerah melalui peningkatan pendapatan petani, penyerapan tenaga kerja, serta penyediaan bahan baku bagi berbagai sektor industri. Salah satu subsektor pertanian yang memiliki kontribusi terbesar adalah tanaman pangan, khususnya padi, yang merupakan komoditas strategis karena menjadi sumber pangan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Tingginya tingkat konsumsi beras menjadikan padi sebagai komoditas yang harus dijaga ketersediaan dan keberlanjutan produksinya agar mampu memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk. Data terbaru dari (Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2025) menunjukkan bahwa produksi padi di Jember terus meningkat, dengan produksi pada tahun 2024 mencapai sekitar 623,27 ribu ton gabah kering giling dari luas panen sekitar 120,07 ribu hektare. Jika dikonversi menjadi beras, jumlahnya mencapai 359,89 ribu ton, menjadikan Jember sebagai salah satu sentra produksi padi utama di Jawa Timur.

Dinas Pertanian kabupaten Jember sebagai pengembangan sarana dan prasarana dan memiliki peran penting dalam meningkatkan hasil produksi petani serta pengumpulan data hasil pertanian secara berkala. Menurut wawancara dengan bapak Luhur Prayoga, SP., MP. selaku kepala bidang tanaman pangan di Dinas Pertanian, diketahui bahwa proses prediksi hasil panen dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel. Namun pihak dinas menyatakan bahwa hasil prediksi tersebut seringkali kurang akurat dan belum mampu menggambarkan kondisi riil di lapangan. Metode perhitungan yang digunakan dalam Excel menggunakan pendekatan rata-rata data historis dan memiliki keterbatasan karena

tidak mempertimbangkan variabel-variabel yang mempengaruhi hasil panen seperti luas tanam. Melihat kondisi tersebut, peneliti saat ini membuat jalan alternatif lain dengan merancang sistem prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda. Pemilihan metode ini mampu menganalisis pengaruh variabel secara bersamaan seperti luas tanam. Sehingga diharapkan dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

Metode yang dapat digunakan dalam proses prediksi hasil panen padi yaitu Regresi Linear Berganda agar hasil yang dikeluarkan akurat dan tidak adanya kesalahan dalam memprediksi. Untuk penerapan metode Regresi Linear Berganda ini dapat melakukan hasil prediksi dalam bidang pertanian yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian, diantaranya pada hasil panen tanaman cabai (Sahputra dkk., 2024), Hasil Panen Buah Pinang (Salahuddin dkk., 2022), Produksi Kelapa Sawit (A. Prasetyo dkk., 2021). Keunggulan dari metode ini dapat melakukan analisis dengan menggunakan beberapa variable bebas (X) sehingga hasil prediksi bisa lebih akurat.

Perhitungan Regresi Linear Berganda juga dapat dilakukan di Microsoft Excel, tetapi proses tersebut masih memerlukan pemahaman statistik dan tahapan manual dari pengguna. Hal ini menimbulkan potensi *human error* dan kurang efisien untuk diterapkan secara rutin di lingkungan dinas. Maka dari itu, peneliti membangun sistem prediksi berbasis web yang mengotomatisasi perhitungan Regresi Linear Berganda sehingga dapat digunakan secara praktis, cepat dan konsisten oleh pegawai tanpa keahlian khusus.

Penelitian ini memprediksi hasil panen padi di wilayah Jember dengan menggunakan data sekunder dari Dinas Pertanian. Untuk data yang diambil pada Dinas Pertanian yaitu data Luas Tanam (ha), Luas Lahan Terpanen (ha), Produktivitas (ku/ha), Produksi (ton) dan Curah Hujan (mm). Sistem ini dapat memberikan manfaat langsung bagi Dinas Pertanian Kabupaten Jember, yang berperan penting dalam pengembangan sektor pertanian. Sistem ini akan memprediksi hasil pertanian tanaman pangan yaitu padi di Kabupaten Jember

menggunakan metode Regresi Linear Berganda. Dari hasil panen yang diperoleh, hasil pertanian dimasa yang akan datang dapat diprediksi untuk membantu Dinas Pertanian mengambil keputusan guna menunjang Pemerintah Daerah dalam membantu menyediakan bahan pangan yang dibutuhkan Masyarakat setempat (Seran dkk., 2024). Dinas pertanian juga dapat menggunakan sistem prediksi ini untuk menyusun strategi distribusi beras serta merencanakan pengelolaan pascapanen secara lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda.
2. Apa saja parameter yang optimal digunakan dalam sistem prediksi hasil panen padi dengan metode regresi linear berganda di Kabupaten Jember.
3. Bagaimana hasil evaluasi dari metode regresi linear berganda dalam sistem prediksi hasil panen padi di Kabupaten Jember.

1.3 Tujuan

1. Merancang sistem prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda.
2. Menganalisis dan menentukan parameter yang optimal dalam membangun sistem prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember.
3. Menganalisis hasil evaluasi kinerja metode Regresi Linear Berganda dalam sistem prediksi hasil panen padi di Kabupaten Jember berdasarkan metrik evaluasi yang digunakan.

1.4 Manfaat

- a. Manfaat bagi jurusan
 - 1) Dapat dijadikan referensi yang dapat digunakan oleh dosen ataupun mahasiswa untuk pembelajaran atau penelitian selanjutnya.

- 2) Dapat dijadikan contoh untuk mengimplementasikan metode regresi linear berganda dalam sebuah sistem prediksi berbasis data. Integrasi ini mendemonstrasikan potensi sinergis dalam memanfaatkan kekuatan metode untuk menghasilkan model prediksi yang lebih komprehensif dan akurat.
- b. Manfaat Bagi Dinas Pertanian
- 1) Dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi perencanaan dan pengambilan kebijakan di tingkat Dinas Pertanian. Melalui implementasi model prediksi hasil panen padi yang akurat, didasarkan pada analisis data historis dan klasifikasi variabel teknis budidaya seperti Luas Panen, Luas Lahan Terpanen, Produktivitas, Produksi dan Curah Hujan.
 - 2) Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem prediksi yang berfungsi sebagai instrumen bantu dalam melakukan peramalan hasil panen komoditas pertanian strategis, meliputi komoditas padi dengan tingkat efisiensi waktu dan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional. Sistem ini berpotensi memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih informatif dan responsif dalam pengelolaan sumber daya pertanian dan perencanaan produksi.
- c. Manfaat Bagi Peneliti
- 1) Dapat meningkatkan pengetahuan dalam menerapkan metode regresi linear berganda pada data, terutama dalam hal prediksi hasil pertanian. Selain itu, penelitian ini meningkatkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah berbasis data, yang sangat penting untuk pengembangan sistem informasi cerdas dan sistem pengambilan keputusan berbasis teknologi.
 - 2) Penelitian ini memberikan kontribusi intelektual yang signifikan dalam bentuk solusi aplikatif terhadap permasalahan optimasi produksi pertanian. Selain itu, publikasi dan diseminasi hasil penelitian ini berpotensi memperkaya rekam jejak akademik peneliti, meningkatkan visibilitas ilmiah, serta memperkuat kapasitas riset di bidang tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

- 1) Sistem dapat memprediksi 6 kecamatan terpilih yaitu Kencong, Jenggawah, Rambipuji, Jombang, Panti, dan Bangsalsari.
- 2) Variabel yang digunakan yaitu, Luas Tanam (ha), Luas Lahan Terpanen (ha), Produktivitas (ku/ha), Curah hujan (mm) dan Produksi (Ton).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan suatu kajian terhadap penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan relevan dengan topik penelitian yang sedang dilakukan. Tujuan utama dari penelitian terdahulu yaitu mengidentifikasi batas-batas eksplorasi ilmiah yang telah dilakukan serta menentukan *research gap* penelitian atau topik yang belum dibahas secara menyeluruh oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Peneliti saat ini dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang landasan teoretis penelitian, metodologi penelitian yang relevan, dan temuan penelitian dengan melihat penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya juga dapat digunakan sebagai acuan dalam menyusun kerangka pemikiran dan perumusan hipotesis, serta memperkuat gagasan bahwa penelitian yang sedang dilakukan memiliki nilai ilmiah. Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan topik ini akan diuraikan sebagai berikut :

- a. Dalam jurnal yang berjudul “Analisis Prediksi Hasil Produksi Tanaman Cabai Menggunakan Metode *Multi Linier* Regresi” oleh (Sahputra dkk., 2024) , peneliti memiliki tujuan untuk membuat sistem prediksi hasil produksi tanaman cabai menggunakan metode *Multi Linier* Regresi untuk menganalisis dan membangun model statistik yang mampu memprediksi jumlah hasil produksi tanaman cabai secara akurat. Penelitian ini membantu petani untuk merencanakan produksi dengan lebih baik dan meningkatkan hasil panen, serta mengurangi dampak kerugian akibat prediksi yang tidak akurat. Pada pengambilan data diambil langsung di lokasi penelitian dengan menggunakan camera monitoring. Data yang diambil berupa Volume, Suhu, Moisture, pH tanah, Batang, Cabang, dan Daun. Performa penelitian diukur menggunakan R^2 dan diperoleh nilai R^2 Score 1.00.

- b. Dalam jurnal yang berjudul “Rancang Bangun Aplikasi *Machine Learning* Prediksi Hasil Panen Buah Pinang (*Areca Catechu*) Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda” oleh (Salahuddin dkk., 2022) , peneliti memiliki tujuan untuk membuat sistem yang mampu mempelajari data yang diberikan sehingga dapat melakukan proses prediksi secara otomatis dan memberikan gambaran produksi buah pinang di masa depan untuk masa panen berikutnya. Data yang digunakan meliputi data dari Dinas Pertanian Kabupaten Aceh Utara, termasuk variabel seperti bulan, curah hujan/kelembaban, umur tanaman, luas lahan, jumlah tanaman, jumlah tandan, dan rata-rata berat, serta variabel terikat yaitu hasil panen buah pinang. Data eksternal seperti curah hujan bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Tingkat akurasi pada penelitian ini diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 12,60%.
- c. Dalam jurnal yang berjudul “Sistem Prediksi Produksi Beras Menggunakan *Multiple Linear Regression* untuk Optimalisasi Ketahanan Pangan di Kabupaten Minahasa” oleh peneliti (Simon Hardianto Raharusun dkk., 2024), peneliti memiliki tujuan untuk mengembangkan model prediksi produksi beras menggunakan regresi linear berganda agar dapat membantu pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merancang kebijakan ketahanan pangan berbasis data. Data yang digunakan meliputi informasi historis produksi beras, tahun, luas lahan panen, curah hujan, hari hujan, suhu, dan kelembapan udara di Kabupaten Minahasa dari tahun 2003-2023. Input data meliputi variabel-variabel tersebut, prosesnya adalah *preprocessing* data, analisis EDA, *splitting* data, dan pemodelan menggunakan regresi linear berganda. Outputnya adalah model prediksi produksi beras yang telah dievaluasi dan diimplementasikan ke dalam sistem berbasis *website*. Tingkat akurasi pada penelitian ini ditunjukkan dengan angka MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 10,61%.
- d. Dalam jurnal yang berjudul “Prediksi Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda” oleh peneliti (A. Prasetyo dkk., 2021), tujuan dari peneliti ini untuk membuat sistem yang dapat melakukan proses

prediksi secara otomatis yaitu untuk memberikan gambaran masa depan produksi kelapa sawit untuk masa panen dibulan berikutnya. Tahap *preprocessing* pada penelitian ini melalui beberapa tahap, yaitu penanganan *missing value*, data *noise*, dan data yang tidak konsisten. Data yang di dapatkan dalam penelitian ini berupa bulan, cuaca, umur tanaman, luas lahan, jumlah pohon, tandan, berat, dan produksi. Tingkat akurasi pada penelitian ini ditunjukkan dengan angka MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) sebesar 14,28%.

- e. Dalam jurnal yang berjudul “Prediksi Hasil Panen Padi Berdasarkan Data Cuaca dan Tanah Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda” oleh peneliti (Sa’diah & Mujiyono, 2026), tujuan dari penelitian ini untuk membangun model prediksi hasil panen padi dengan menganalisis pengaruh simultan faktor cuaca dan kondisi tanah menggunakan metode regresi linier berganda. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini di dapat dari data sekunder yang didapatkan dari sumber yang sudah ada. Tingkat akurasi pada penelitian ini ditunjukkan dengan angka koefisien determinasi (R^2) dengan angka 0.630, yang berarti 63% variasi hasil panen dapat dijelaskan oleh model. Adapun sisanya sebesar 37% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

2.2 State Of The Art

State of the art adalah ringkasan penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik yang sedang dikaji. Dalam table *State Of The Art* terdapat jurnal-jurnal peneliti sebelumnya yang nantinya akan menjadi bahan acuan dan perbandingan dalam melakukan penelitian ini. berikut disajikan tabel ringkasan state of the art dari beberapa penelitian terdahulu :

Tabel 2. 1 *State Of The Art*

No	Peneliti & Tahun	Sumber Data	Metode	Objek	Hasil Evaluasi	Perbandingan yang dijadikan alasan tinjauan penelitian
1	Sahputra, Delima Christmas Sembiring, Ivan Hasadaon Sipayung, dan ES Barus (2024)	Data sekunder pertumbuhan tanaman cabai selama 63 hari.	<i>Multi Linier Regresi</i>	Prediksi hasil produksi tanaman cabai.	R^2 Score sebesar 1.00.	<i>Multi Linier Regresi</i> mampu membangun hubungan matematis antara variabel-variabel prediktor dan variabel hasil produksi sehingga ketidakakuratan prediksi dapat diminimalkan.
2	Salahuddin, M. Khadafi, Huzeini, dan Muhammad Davi (2022)	Dinas Pertanian Kabupaten Aceh Utara dan BMKG	Regresi Linier Berganda	Prediksi hasil panen buah pinang (<i>Areca catechu</i>)	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) sebesar 12,60%.	Regresi Linear Berganda mampu membangun hubungan matematis antara variabel-variabel prediktor dan variabel hasil panen/produksi sehingga proses prediksi dapat dilakukan secara otomatis dan tingkat ketidakakuratan prediksi dapat diminimalkan.

No	Peneliti & Tahun	Sumber Data	Metode	Objek	Hasil Evaluasi	Perbandingan yang dijadikan alasan tinjauan penelitian
3	Oliver Simon Hardianto Raharusun dan Alfiansyah Hasibuan (2024)	Badan Pusat Statistik (BPS)	Regresi Linier Berganda	Prediksi Produksi Beras Menggunakan <i>Multiple Linear Regression</i>	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) sebesar 10.61%.	Regresi Linear Berganda mampu membangun hubungan matematis antara variabel predictor dan variabel produksi, sehingga proses prediksi hasil panen/produksi dapat dilakukan secara terstruktur serta tingkat kesalahan prediksi dapat diminimalkan melalui evaluasi model menggunakan metrik seperti R^2 dan MAPE.
4	Adji Prasetyo, Salahuddin, dan Amriullah (2021)	PT. Perkebunan Nusantara I (PTPN I) dan BMKG	Regresi Linier Berganda	Prediksi produksi kelapa sawit	<i>Mean Absolute Precentage Error</i> (MAPE) sebesar 14,28%.	Regresi Linear Berganda mampu membangun hubungan matematis antara variabel <i>predictor</i> dan variabel <i>response</i> (hasil produksi), sehingga proses prediksi produksi dapat dilakukan secara terstruktur serta tingkat kesalahan prediksi dapat dievaluasi menggunakan metrik seperti MAPE.
5	Mita Halimatus Sa'diah dan Sri Mujiyono (2026)	Data Sekunder tahun 2025	Regresi Linear Berganda	Prediksi hasil panen padi	R^2 Score sebesar 0.630	Regresi Linear Berganda mampu menganalisis pengaruh dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen (hasil panen), sehingga hubungan antara faktor lingkungan dan hasil panen dapat dipahami secara terstruktur serta kemampuan model dievaluasi melalui ukuran statistik seperti koefisien determinasi (R square).

2.3 Landasan Teori

Dengan merujuk pada teori-teori yang relevan, penelitian ini dapat memiliki landasan ilmiah yang kuat dan mencegah kesalahan dalam proses analisis dan perancangan sistem. Selain itu, dasar teori ini membantu membedakan pendekatan penelitian ini dari penelitian-penelitian sebelumnya. Dasar teori merupakan dasar konseptual yang mendukung jalannya penelitian ini. Teori-teori yang disusun bertujuan untuk menjelaskan konsep-konsep utama yang digunakan. Berikut Teori-Teori pada penelitian saat ini :

2.3.1 Prediksi

Prediksi merupakan proses sistematis yang dilakukan untuk memperkirakan tentang sesuatu yang paling mungkin akan terjadi di masa depan berdasar informasi yang ada pada masa lalu dan sekarang. Untuk mengetahui kesalahan yang terjadi dengan hasil perkiraan, prediksi tidak harus memberikan jawaban pasti tentang kejadian yang akan terjadi. Melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi. Kemampuan membuat prediksi adalah kemampuan perkiraan kejadian atau manfaat yang akan datang berdasarkan hasil observasi, pengukuran, data yang telah dikumpulkan maupun hasil penelitian yang diperlihatkan kecenderungan gejala tertentu (Nawangsih dkk., 2021).

Data yang sering digunakan untuk melakukan prediksi adalah data histori yang berupa data kuantitatif (Siswo dkk., 2022). Pengertian Prediksi sama dengan ramalan atau perkiraan. Menurut kamus besar bahasa Indonwoesia, prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan nilai pada masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu. Prediksi menunjukkan apa yang akan terjadi pada suatu keadaan tertentu dan merupakan input bagi proses perencanaan dan pengambilan keputusan. Tujuan prediksi yaitu untuk memberikan gambaran yang jelas untuk kedepannya berdasarkan data historis untuk mengurangi ketidakpastian dan meminimalkan kesalahan.

2.3.2 *Machine Learning*

Machine Learning merupakan komponen utama dalam bidang kecerdasan buatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Implementasi dari kecerdasan buatan yaitu pengembangan sistem yang dapat belajar sendiri tanpa perlu diprogram secara berulang. *Machine Learning* adalah bidang penelitian ilmiah yang mempelajari algoritma dan model statistik yang digunakan oleh sistem komputer untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu tanpa instruksi eksplisit, melainkan dengan memanfaatkan pola dan inferensi sebagai penggantinya. Penggunaan *Machine Learning* bertujuan untuk mengajarkan mesin agar dapat memproses data secara lebih efisien. Melalui identifikasi dari dataset, *Machine Learning* mampu meramalkan dan memahami karakteristik dari objek yang tidak dikenal (Nurhalizah dkk., 2024).

Pada machine learning algoritma dan model statistik digunakan untuk dapat menganalisis data, mengidentifikasi pola, dan membuat prediksi atau keputusan dari data tersebut. Terdapat beberapa teknik yang digunakan dalam machine learning untuk menghasilkan model yang dapat digunakan untuk memprediksi atau mengklasifikasikan data (Adi Putra dkk., 2023). *Machine Learning* memberikan manfaat utama dalam otomatisasi tugas, analisis data prediktif, peningkatan efisiensi operasional, dan personalisasi pengalaman pengguna.

2.3.3 *Preprocessing Data*

Serangkaian langkah atau proses yang dilakukan pada data sebelum data tersebut digunakan dalam analisis atau pemodelan yaitu tahap *preprocessing* data (Putra dkk., 2024). *Preprocessing* data merupakan tahapan penting untuk menganalisis data mining yang bertujuan untuk membersihkan, mengubah format, dan mempersiapkan data agar lebih mudah dan akurat dalam proses analisis (Agung dkk., 2023). Tanpa tahapan *preprocessing* yang tepat, dapat menghasilkan estimasi yang bias. Distribusi data yang tidak sesuai dan menurunkan validitas model. Dengan penerapan tahapan *preprocessing* yang tepat, dapat mencapai performa yang lebih baik dan mampu menaikkan tingkat keakurasian model (Pangestu &

Iswahyudi, 2025). Tahapan-tahapan ini merupakan proses dalam *preprocessing* data sebelum dilakukan tahap modeling.

a. Pemeriksaan *Missing Value*

Pemeriksaan *missing value* merupakan salah satu tahapan *preprocessing* yang bertujuan mengidentifikasi data kosong atau data yang tidak memiliki nilai dalam dataset. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan memiliki kualitas yang baik untuk melakukan proses analisis dan pemodelan. Keberadaan *missing value* sangat mempengaruhi hasil analisis serta menurunkan kinerja model (Sya'adah, 2024).

Jumlah *missing value* dapat dihitung dengan persamaan :

$$MV_j = \sum_{i=1}^n I(x_{ij}) \quad \text{-----} \quad 2.1$$

Keterangan :

MV_j = jumlah *missing value* pada variabel ke -j

$I(x_{ij})$ = fungsi indikator yang bernilai 1 jika data kosong dan 0 jika data tidak kosong

n = jumlah data

b. Pembersihan Format Data Numerik

Pembersihan format data numerik merupakan salah satu bagian dari transformasi data. Proses pembersihan format data numerik dengan menyeragamkan format angka serta mengubah tipe data menjadi numerik, sehingga data dapat diproses pada tahap analisis pemodelan (Gori dkk., 2024).

c. Pemeriksaan Data Duplikat

Pemeriksaan data duplikat merupakan salah satu tahapan dari *preprocessing* yang bertujuan untuk mengidentifikasi adanya data yang memiliki kesamaan pada seluruh atribut yang terdapat dalam dataset. Keberadaan data duplikat dapat menyebabkan distribusi data menjadi tidak representative, sehingga dapat mempengaruhi hasil analisis statistik mau pembangunan model (Faruqziddan dkk., 2024).

d. Penanganan *Outlier*

Outlier merupakan data yang memiliki nilai jauh yang berbeda dibandingkan Sebagian besar data lainnya. Sehingga dapat mempengaruhi hasil analisis dan pembentukan model. Keberadaan *outlier* dapat menyebabkan distribusi data menjadi tidak representatif dan dapat meningkatkan kesalahan pada proses pemodelan. Penanganan *outlier* dilakukan menggunakan metode *Interquartile Range* (IQR) dengan Teknik *capping*. Metode IQR digunakan untuk menentukan batas bawah (*Lower Bound*) dan batas atas (*Upper Bound*) berdasarkan nilai kuartil pertama (Q_1) dan kuartil ketiga (Q_3) (Nailendra dkk., 2025).

Rumus IQR :

$$IQR = Q_3 - Q_1 \quad \text{-----} 2.2$$

Keterangan :

Q_1 = Kuartil pertama

Q_3 = Kuartil ketiga

IQR = *Interquartile range*

Rumus *Lower bound* :

$$LB = Q_1 - 1.5(IQR) \quad \text{-----} 2.3$$

Rumus *Upper Bound* :

$$UB = Q_3 + 1.5(IQR) \quad \text{-----} 2.4$$

Keterangan :

LB = *Lower Bound*

UB = *Upper Bound*

Rumus *Capping* :

$$x'_i = \begin{cases} LB, & x_i < LB \\ UB, & x_i > UB \\ x_i, & LB \leq x_i \leq UB \end{cases} \quad \text{-----} 2.5$$

Keterangan :

x'_i = nilai data setelah *capping*

x_i = nilai data sebelum *capping*

2.3.4 Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda adalah regresi yang memiliki satu variable dependent (tidak bebas) dan lebih dari satu variable independen (bebas). Analisa ini untuk mengetahui arah hubungan antara variable, apakah masing-masing variable independen berhubungan positif atau negative dan untuk memprediksi nilai dari variable independen mengalami kenaikan atau penurunan. Dikatakan regresi linier berganda jika ada lebih dari satu variabel bebas atau variabel terikat. Sebaliknya, dikatakan regresi linier sederhana apabila hanya ada satu variabel bebas dan satu variabel terikatnya (Siswo dkk., 2022).

Model regresi linier berganda (multiple linear regression) mengasumsikan sebuah hubungan linier (dalam parameter) antara sebuah hubungan linier (dalam parameter) antara sebuah variabel respon y (dependent variable) dan sebuah himpunan dari variabel prediktor (explanatory/independent variable) $X=(X_1, X_2, \dots, X_k)$. Model regresi linier berganda dengan k variabel prediktor $X_1, X_2, \dots, X_k$ dan satu variabel respon y , persamaan regresi linier berganda dapat ditulis sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad \text{-----2.6}$$

Keterangan :

y = Variabel dependen (variabel yang diprediksi)

β_0 = Konstanta (*intercept*)

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ = Koefisien regresi

$X_1, X_2, \dots, X_n$ = Variabel independen

ε = galat (*error*)

Nilai konstanta (*intercept*) menunjukkan nilai variabel dependen ketika seluruh variabel independen bernilai nol. Sementara itu, koefisien regresi menunjukkan besarnya perubahan nilai variabel dependen akibat perubahan satu satuan pada masing-masing variabel independen dengan asumsi variabel independen lainnya tetap.

Pada penelitian ini, estimasi nilai konstanta dan koefisien regresi dilakukan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) yang diimplementasikan pada algoritma *LinearRegression* dari *library Scikit-learn*. Metode OLS bertujuan memperoleh parameter regresi yang meminimalkan jumlah kuadrat galat (*sum of squared errors*). Berikut parameter regresi yang digunakan.

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad \text{-----2. 7}$$

Keterangan :

β = Vektor parameter regresi (*intercept* dan koefisien regresi)

X = Matriks variabel independen

X^T = Transpose matriks X

$(X^T X)^{-1}$ = Invers matriks $X^T X$

Y = Vektor variabel dependen

2.3.5 Uji *Linearitas*

Uji *linearitas* merupakan salah satu uji asumsi yang dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen bersifat *linear*. Pengujian ini penting dilakukan karena metode regresi linear mengasumsikan bahwa hubungan antarvariabel dapat direpresentasikan dalam bentuk garis lurus. Oleh karena itu, uji linearitas digunakan sebagai prasyarat sebelum melakukan analisis regresi agar model yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik data. Menurut (Nasikah & Yuliyanto, 2022), uji *linearitas* bertujuan untuk mengetahui apakah variabel bebas dan variabel terikat memiliki hubungan yang linear secara signifikan. Uji ini umumnya digunakan sebagai prasyarat dalam

analisis korelasi maupun regresi linear. Apabila asumsi linearitas terpenuhi, maka analisis regresi dapat digunakan untuk memodelkan hubungan antarvariabel secara lebih akurat.

2.3.6 Evaluasi Model

Evaluasi model merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengukur tingkat kinerja model prediksi dalam menghasilkan nilai yang mendekati data aktual. Pada metode regresi linear berganda, evaluasi model bertujuan untuk mengetahui seberapa baik model dalam menjelaskan hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen serta mengukur besar kesalahan prediksi yang dihasilkan. Beberapa metrik evaluasi yang umum digunakan yaitu *koefisien determinasi* (R^2), *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

a. Koefisien determinasi (R^2)

R^2 merupakan hasil yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik dua variabel terkait satu sama lain. Koefisien ini memiliki nilai antara 0 dan 1. Apabila nilai R^2 0, menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang kuat diantara dua variabel tersebut. Sedangkan apabila nilai R^2 1, maka menunjukkan bahwa memiliki hubungan yang kuat anantara variabel dependen dan independent (Sanjaya, 2024).

Perhitungan koefisien determinasi (R^2) menggunakan rumus berikut :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \text{-----} 2.8$$

Keterangan :

R^2 = Koefisien determinasi

y_i = Nilai aktual

$\hat{y}_i$ = Nilai prediksi

$\bar{y}$ = Rata-rata nilai aktual

n = Jumlah data

b. Mean Absolute Error (MAE)

Mean Absolute Error (MAE) merupakan nilai rata-rata selisih diantara nilai aktual dan nilai hasil prediksi. Semakin kecil nilai MAE, maka hasil model semakin baik dan menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi (Adin Musababa, 2024).

Perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE) menggunakan rumus berikut :

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad \text{-----2. 9}$$

Keterangan :

MAE = Mean Absolute Error

y_i = Nilai aktual

$\hat{y}_i$ = Nilai Prediksi

n = Jumlah data

c. Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) merupakan perhitungan rata-rata selisih kuadrat antara nilai prediksi dan nilai aktual. MSE memberikan hasil indikasi seberapa baik model memprediksi nilai aktual. Semakin rendah nilai MSE, maka hasil performa model semakin baik untuk melakukan prediksi (Amansyah dkk., 2024).

Perhitungan *Mean Squared Error* (MSE) menggunakan rumus berikut :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad \text{-----2. 10}$$

Keterangan :

MSE = Mean Squared Error

y_i = Nilai aktual

$\hat{y}_i$ = Nilai Prediksi

n = Jumlah data

d. *Root Mean Squared Error (RMSE)*

Root Mean Squared Error (RMSE) merupakan akar kuadrat rata-rata *error* dari suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian data sebenarnya dengan model prediksi. Semakin nilai RMSE mendekati 0, maka hasil prediksi semakin akurat (Ramadhan dkk., 2023).

Perhitungan *Root Mean Squared Error (RMSE)* menggunakan rumus berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \text{-----2. 11}$$

Keterangan :

RMSE = *Root Mean Squared Error*

y_i = Nilai aktual

$\hat{y}_i$ = Nilai hasil prediksi

n = Jumlah data

i = Indeks data

e. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Precentage Error (MAPE) merupakan hasil ukuran kesalahan prediksi dalam bentuk persentase. Dimana hasil MAPE ini akan memberikan informasi tentang presentase kesalahan terlalu tinggi ataupun terlalu rendah. Hasil MAPE yang semakin kecil, maka semakin tinggi tingkat akurasi model prediksi (Reza Athallah & Fauzan Rozi, 2022).

Perhitungan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* menggunakan rumus berikut :

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \text{-----2. 12}$$

Keterangan :

MAPE = *Mean Absolute Precentage Error*

y_i = Nilai aktual

$\hat{y}_i$ = Nilai prediksi

n = Jumlah data

2.3.7 *Python*

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman yang menggunakan interpreter untuk menjalankan kode programnya. Interpreter dapat menerjemahkan kode secara langsung dan *python* dan dapat dijalankan di *platform* seperti *Windows*, *Linux*, dan lain-lainnya (Rahman dkk., 2023). *Python* menggunakan bahasa pemrograman yang dinamis, tingkat tinggi yang merupakan bahasa pemrograman interpreter yaitu bahasa yang mengkonversi *source code* menjadi *machine code* secara langsung ketika program dijalankan (Ramadhani dkk., 2025).

2.3.8 *Library Python*

Library python merupakan kumpulan modul yang menyediakan berbagai fungsi untuk mendukung pengembangan aplikasi, analisis data maupun penerapan *machine learning*. Bahasa pemrograman *python* memiliki banyak *library* yang menyediakan beberapa modul yang siap digunakan untuk berbagai kebutuhan, serta didukung oleh sistem pengelolaan pustaka yang memudahkan pengguna dalam menginstall *library* sesuai kebutuhan.

a. **Pandas**

Pandas merupakan pustaka *python* yang dirancang untuk analisis data. Pandas sangat cocok digunakan untuk menganalisis data dari berbagai sumber. Kemampuan pandas untuk menangani data yang hilang dan melakukan pemfilteran data dengan cepat. Pandas dengan mudah membersihkan dan menganalisis data tanpa perlu menulis banyak kode (Pannadhitthana Candra, 2025).

b. Numpy

Numpy merupakan salah satu *library python* yang digunakan untuk komputansi numerik dalam *python*. Numpy menyediakan *array* multidimensi yang efisien dan operasi matematika yang cepat (Hermanto dkk., 2022).

c. Scikit-learn

Scikit-learn merupakan salah satu *library python* yang dikembangkan untuk memberikan kemudahan dalam melakukan pengkodean untuk membuat *machine learning* dalam *python*. *Library scikit-learn* ini sudah memasuki performa yang *optimized* karena *library* ini dirancang di atas modul *numpy* (Fahmi, 2023).

d. Joblib

Joblib merupakan *library python* yang digunakan untuk menyimpan model untuk penggunaan ulang tanpa pelatihan ulang yang meningkatkan efisiensi dan implementasi nyata. Penyimpanan model menggunakan *joblib* memungkinkan model digunakan Kembali tanpa perlu melatih ulang (Adrian & Laksana, 2025).

2.3.9 Padi

Tanaman Padi adalah salah satu jenis tanaman pangan yang paling penting di dunia. Peningkatan produksi tanaman padi menjadi prioritas utama dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia. Salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan produksi tanaman padi secara signifikan adalah dengan menerapkan teknologi pertanian terkini (Arief & Siregar, 2023). Penggunaan teknologi yang lebih canggih, kontemporer, dan mandiri diperlukan untuk meningkatkan usahatani padi yang belum menjanjikan untuk meningkatkan pendapatan petani. Agar pasokan beras tidak lagi bertumpu di Pulau Jawa yang sudah mulai mengalami penurunan kapasitas produksi, pemanfaatan lahan marginal di luar Pulau Jawa harus ditingkatkan dan ditingkatkan untuk mengimbangi keterbatasan sumber daya lahan di Pulau Jawa (Masganti dkk., 2023).

2.3.10 Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Jember

Dinas tanaman pangan hortikultura dan Perkebunan kabupaten Jember merupakan salah satu perangkat daerah di lingkungan pemerintahan Jember yang bergerak di bidang pertanian. Dalam meakukan tugasnya, dinas tanaman pangan hortikultura dan perkebunan memiliki fungsi untuk Menyusun kebijakan teknis dibidang tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan serta menyediakan data dan informasi pertanian sebagai dasar dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan.

2.3.11 Website

Secara umum, *website* (web) dipahami sebagai sekumpulan halaman yang terdiri dari beberapa laman yang berisi informasi dalam bentuk digital baik itu teks, gambar, animasi yang disediakan melalui jalur internet sehingga dapat diakses dari seluruh dunia yang memiliki koneksi internet. *Website* awalnya merupakan suatu layanan sajian informasi yang menggunakan konsep *hyperlink*, yang memudahkan *surfer* atau pengguna internet melakukan penelusuran informasi di internet. Informasi yang disajikan dengan web menggunakan konsep multimedia, informasi dapat disajikan dengan menggunakan banyak media, seperti teks, gambar, animasi, suara, atau film.

Website adalah kumpulan halaman web yang saling terhubung dan file-filenya saling terkait. Web terdiri dari *page* atau halaman, dan kumpulan halaman yang dinamakan *homepage*. *Homepage* berada pada posisi teratas, dengan halaman-halaman terkait berada di bawahnya. Biasanya setiap halaman di bawah *homepage* disebut *child page*, yang berisi *hyperlink* ke halaman lain dalam web. *Website* merupakan fasilitas internet yang menghubungkan dokumen dalam lingkup lokal maupun jarak jauh. Dokumen pada *website* disebut dengan *web page* dan *link* dalam *website* memungkinkan pengguna bisa berpindah dari satu *page* ke *page* lain (*hyper text*), baik diantara *page* yang disimpan dalam *server* yang sama maupun *server* diseluruh dunia. *Pages* diakses dan dibaca melalui *browser* seperti *Netscape Navigator*, *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome* dan aplikasi browser lainnya (R. Prasetyo, 2021).

2.3.12 *User Acceptance Testing (UAT)*

UAT adalah pengujian yang dilakukan oleh pengguna akhir, yang merupakan calon wisatawan yang berinteraksi langsung dengan sistem. Tujuan pengujian adalah untuk memverifikasi bahwa fitur saat ini telah beroperasi sebagaimana mestinya. Sistem dapat dinyatakan telah memenuhi persyaratan setelah pengujian. Langkah terakhir dalam sejumlah prosedur pengujian perangkat lunak adalah pengujian UAT (Kollied Anwar dkk., 2021).

Tujuan UAT :

- a. Melakukan pengujian terhadap sistem apakah sudah sesuai dengan apa yang dibutuhkan.
- b. Memberikan keyakinan bahwa sistem yang telah dikembangkan sudah memenuhi persyaratan.
- c. Sebagai pelengkap dari sejumlah permintaan yang telah disetujui.

Manfaat UAT :

- a. Meningkatkan kepercayaan klien tentang potensi perangkat lunak untuk memenuhi persyaratan.
- b. Melalui identifikasi cacat, pengujian memastikan bahwa perangkat lunak stabil dan dalam kondisi yang bisa diterapkan.
- c. Kepuasan klien meningkat, karena mereka lebih yakin bahwa sistem sudah memenuhi persyaratan.
- d. Mendapatkan sistem yang sesuai dengan spesifikasi fungsional sistem.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi Dengan Metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember” dilaksanakan selama 11 bulan mulai bulan Juni tahun 2025 sampai bulan April tahun 2026 di Politeknik Negeri Jember.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari:

3.2.1 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 (dua) komponen yaitu *hardware* dan *software*.

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

- 1) Laptop
- 2) *Processor* 12th Gen Intel(R) Core(TM) i5-12500H 2.50 GHz
- 3) *Memory* 8GB
- 4) *Storage* 512 SSD

b. Perangkat Lunak (*Software*)

- 1) Sistem Operasi *Windows* 11 64 bit
- 2) *Xampp*
- 3) *Visual Studio Code*
- 4) *Laravel Framework*
- 5) *Python*

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis dari hasil panen komoditas Padi. Data ini diperoleh dari Dinas tanaman pangan hortikultura dan perkebunan kab. Jember. Data yang dikumpulkan mencakup Luas

Tanam (ha), Luas Lahan Terpanen (ha), Produktivitas (ku/ha), Curah Hujan (mm) dan Produksi (ton) selama 10 periode terakhir di setiap kecamatan.

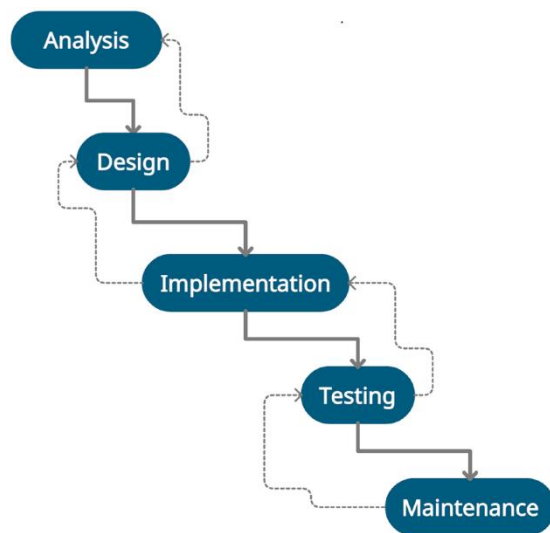
3.2.3 Pengumpulan Data

Data historis pada penelitian ini diperoleh dari Dinas Pertanian pada tahun 2025. Data yang diperoleh merupakan data produksi pertanian pada beberapa kecamatan yang mencakup variabel yang berhubungan dengan kegiatan hasil prediksi panen tanaman padi. Karena proses pengambilan data dilakukan pada tahun 2025, maka data historis yang tersedia hanya mencakup data hingga tahun 2024. Hal ini disebabkan karena data produksi pertanian pada tahun berjalan biasanya masih dalam tahap pengumpulan dan validasi oleh instansi, sehingga belum tersedia secara lengkap pada saat penelitian dilakukan.

Data histori tersebut digunakan sebagai dataset untuk melakukan proses analisis data serta pemodelan sistem prediksi hasil panen padi. Data tersebut memiliki peran penting dalam penelitian ini karena digunakan sebagai dasar dalam proses analisa pola produksi pertanian serta dalam pembangunan model prediksi menggunakan Regresi Linear Berganda.

3.3 Tahapan Penelitian

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *waterfall*. Metode ini dipilih karena memiliki alur yang sistematis dan terstruktur, sesuai dengan kebutuhan dalam membangun sistem prediksi hasil panen padi. Disebut dengan *waterfall* karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan berurutan, sebagai contoh tahap desain harus menunggu selesainya tahap sebelumnya yaitu tahap requirement. Model air terjun (*waterfall*) menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari *Analysis, Design, Implementation, Testing dan Maintenance*. Adapun tahapan-tahapan penelitian dengan pendekatan waterfall dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Metode *Waterfall*

Pada Gambar 3.1 merupakan gambaran sistematis mengenai tahapan penelitian ini. Berikut adalah deskripsi lengkap dari tahapan-tahapan tersebut:

3.3.1 *Analysis*

Tahap awal ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem, baik kebutuhan fungsional dan non fungsional. Tahap ini melibatkan pengenalan dan pemahaman terhadap isu-isu yang dihadapi dan persyaratan sistem yang akan dibangun. Pada tahap ini, tugas-tugas yang harus dilakukan meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, evaluasi kebutuhan pengguna, dan penetapan spesifikasi sistem fungsional dan non-fungsional.

a. **Kebutuhan Fungsional**

Kebutuhan fungsional merupakan fungsi utama yang dimiliki oleh sistem agar dapat menjalankan proses prediksi hasil panen Padi. Kebutuhan fungsional pada sistem ini yaitu :

- 1) Sistem dapat menampilkan dashboard sebagai tampilan utama yang menampilkan informasi data histori setiap komoditasnya.
- 2) Sistem dapat menampilkan kecamatan yang sudah terdaftar.
- 3) Sistem dapat menambahkan kecamatan.
- 4) Sistem dapat menampilkan data hasil panen pada tahun-tahun sebelumnya.

- 5) Sistem dapat menginputkan data hasil panen terbaru.
- 6) Sistem dapat menerima input data variabel.
- 7) Sistem dapat memproses data input menggunakan model Regresi Linear Berganda untuk menghasilkan prediksi luas panen (ha) dan produksi (ton).
- 8) Sistem dapat menampilkan hasil prediksi hasil panen kepada pengguna.
- 9) Sistem dapat menampilkan riwayat prediksi.
- 10) Sistem dapat mencetak data berupa PDF.

b. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional merupakan kebutuhan yang berkaitan dengan kualitas sistem yang dibangun agar sistem yang dapat digunakan dengan baik oleh pengguna.

1) *Usability*

Sistem harus mudah digunakan oleh pengguna, sehingga dapat memudahkan pengguna untuk memasukkan data serta melihat hasil prediksi yang ditampilkan oleh sistem.

2) *Performance*

Sistem dapat memproses data input dan menghasilkan hasil prediksi dalam waktu yang relatif cepat, sehingga pengguna tidak perlu menunggu hasil prediksi terlalu lama.

3) *Realibility*

Sistem harus berjalan secara stabil dan mampu menghasilkan hasil prediksi secara konsisten berdasarkan model yang telah dibangun.

4) *Security*

Sistem harus memiliki keamanan yang cukup agar data yang diinput oleh pengguna tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang.

5) *Device Compatibility*

Sistem yang dibangun berbasis web, sehingga dapat diakses menggunakan berbagai perangkat seperti komputer atauoun laptop dengan menggunakan web browser.

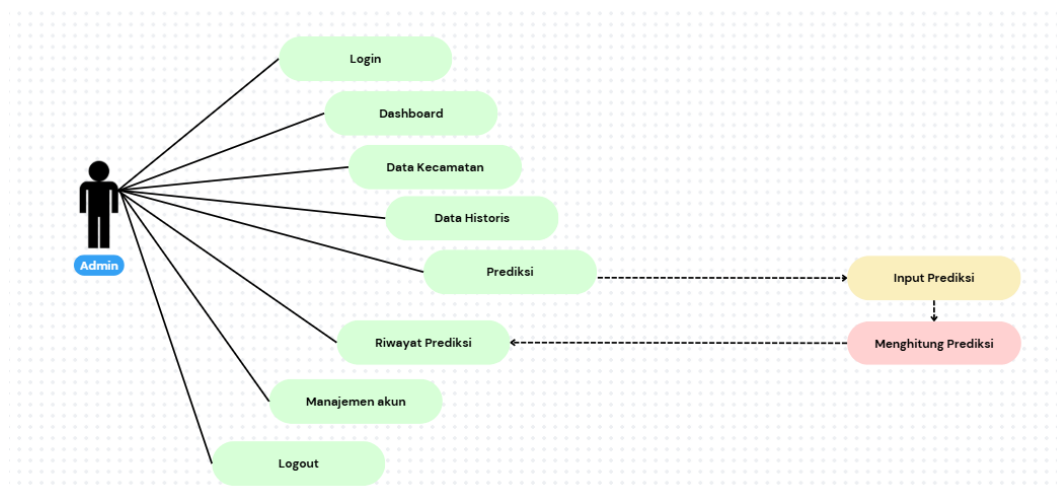
3.3.2 *Design*

Tahap selanjutnya yaitu perancangan sistem dan design sistem. Tahap ini melibatkan beberapa pemetaan aspek teknis konstruksi sistem. Antara lain yaitu, *Use Case*, *Flowchart*, Perancangan Database, dan *Wireframe*.

a. *Use Case Diagram*

Use Case Diagram digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara pengguna dan sistem yang dibangun. Diagram ini menjelaskan berbagai fungsi yang tersedia dalam sistem serta menunjukkan hak akses masing-masing aktor terhadap fitur yang dapat digunakan. Pada sistem prediksi hasil panen padi, terdapat dua aktor yang berperan, yaitu admin dan user. Admin memiliki kewenangan untuk mengelola data, melakukan proses pengolahan, serta menjalankan prediksi. Sementara itu, user berperan sebagai pengguna yang dapat melihat dan memperoleh informasi hasil prediksi yang disajikan oleh sistem.

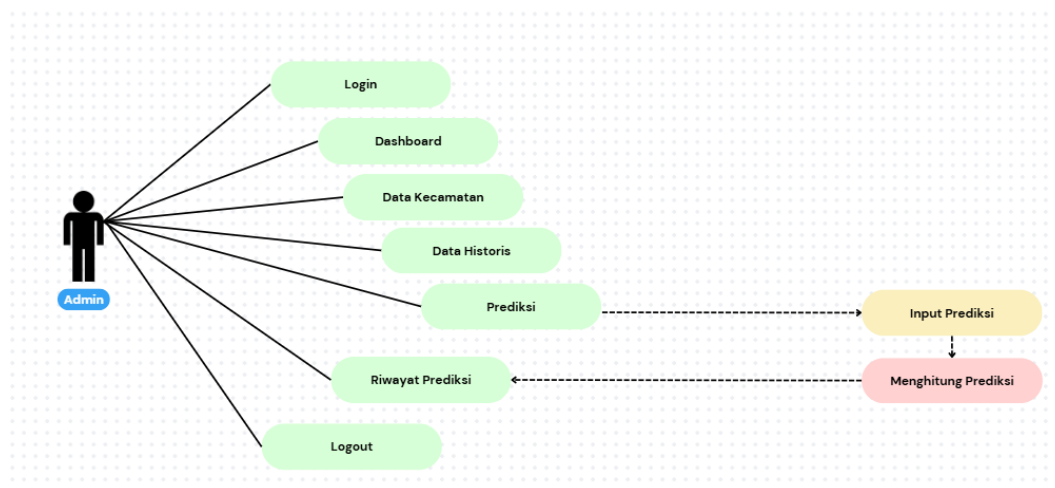
1) *Use Case admin*



Gambar 3. 2 *Use Case admin*

Pada Gambar 3.2 merupakan tampilan *use case* admin. Pada gambar tersebut terlihat admin melakukan login serta dapat melihat data kecamatan, data histori dan melakukan prediksi. Setelah melakukan prediksi dan input prediksi akan menampilkan angka prediksi dan angka tersebut akan masuk ke dalam riwayat hasil prediksi. Kemudian admin dapat melakukan manajemen akun. Jadi apabila ada user baru ingin daftar akun, bisa melalui admin. Kemudian admin dapat melakukan logout terhadap sistem.

2) *Use Case User*



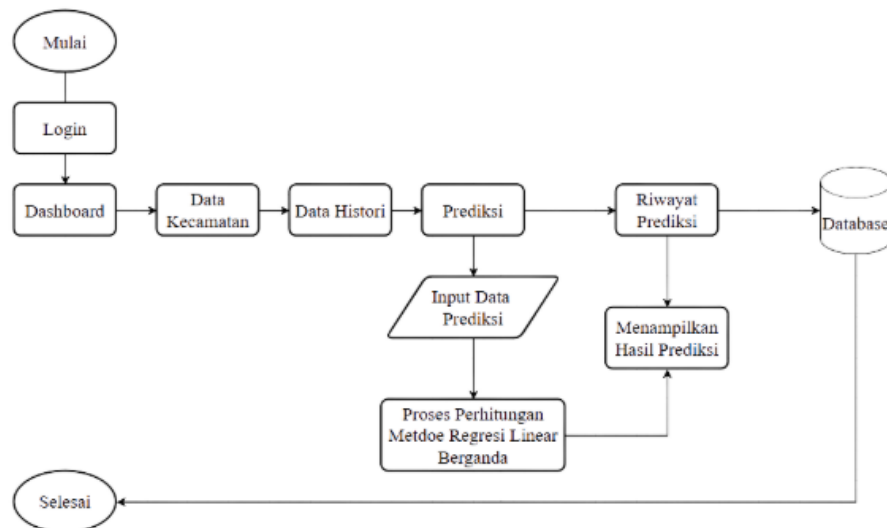
Gambar 3. 3 *Use Case User*

Pada gambar 3.3 user dapat melihat data kecamatan, data histori dan melakukan prediksi. Setelah melakukan prediksi dan input prediksi akan menampilkan angka prediksi dan angka tersebut akan masuk ke dalam riwayat hasil prediksi. Kemudian user dapat melakukan logout terhadap sistem.

b. *Flowchart*

Flowchart merupakan gambaran alur disertai dengan urutan suatu prosedur dari suatu program. *Flowchart* dapat membantu proses analisis dan perancangan ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil untuk pengoperasiannya. *Flowchart* dapat dikatakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran proses yang menampilkan beberapa langkah-langkah yang disimbolkan atau dapat diartikan sebagai penggambaran secara grafik dari langkah-langkah atau urutan-

urutan dari suatu prosedur program yang mempunyai fungsi tertentu. Fungsi *flowchart* untuk memberikan gambaran suatu proses agar mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutannya (Yoza Mandela & Sohiron, 2026). Gambaran *flowchart* pada sistem yang akan dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



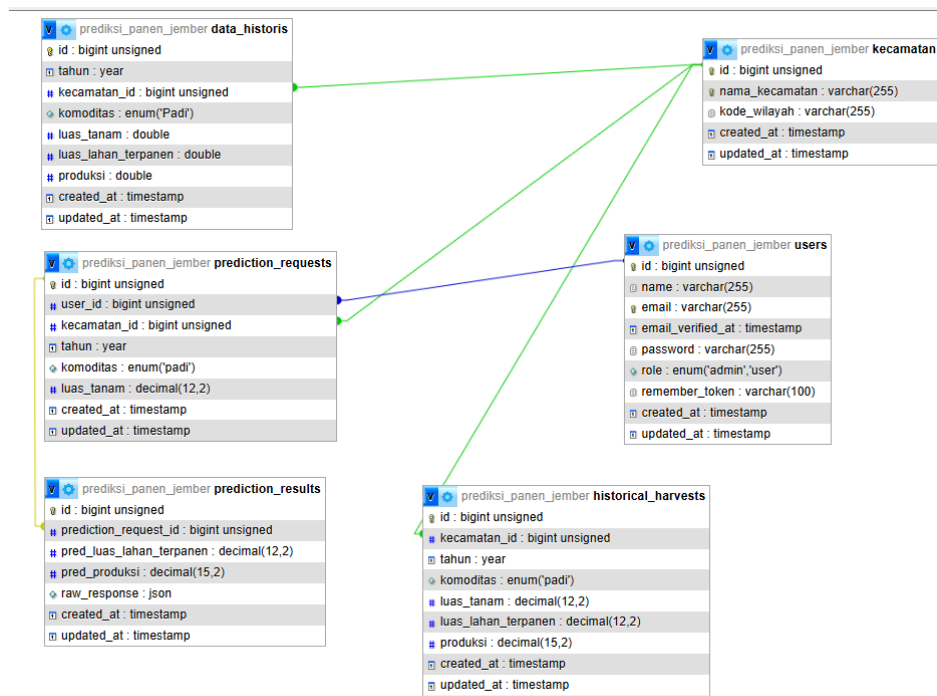
Gambar 3. 4 *Flowchart* Sistem

Pada Gambar 3.4, design *flowchart* mencakup perencanaan alur kerja sistem yang dimulai dari login, kemudian akan beralih ke halaman *dashboard*. Pada *dashboard* terdapat beberapa fitur yaitu data kecamatan yang akan menampilkan kecamatan yang terdapat di kabupaten Jember. Kemudian terdapat fitur data histori atau hasil panen per tahun. Pada fitur ini akan menampilkan hasil panen pada tahun-tahun sebelumnya. Dan yang penting yaitu fitur prediksi yang dimana pada fitur ini akan menghitung prediksi hasil panen padi pada tahun berikutnya. Metode Regresi Linear Berganda akan bekerja pada fitur prediksi ini dan akan menghasilkan hasil panen padi pada tahun berikutnya. Kemudian hasil tersebut akan masuk ke dalam fitur data hasil prediksi dan hasil panen tersebut akan masuk ke dalam database.

c. Perancangan Database

Perancangan database merupakan langkah penting dalam pembangunan sistem informasi. Perancangan database dilakukan untuk memvisualisasikan hubungan antar entitas secara jelas. Database merupakan suatu data yang dimana proses data yang digunakan adalah data secara sistematis yang disimpan melalui

sistem (Rahman Akbar dkk., 2025). Berikut adalah perancangan database ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Perancangan Database

Pada Gambar 3.5 merupakan perancangan database pada Sistem Prediksi Hasil Panen Padi di Kabupaten Jember dikembangkan untuk mengelola data terstruktur, mencakup data pengguna, referensi wilayah, hingga hasil komputasi prediksi. Pada gambar 3.5 menampilkan terdapat enam tabel utama yang saling berhubungan, yaitu Tabel *Users* yang digunakan untuk mengatur hak akses pengguna dan memiliki hubungan *one-to-many* dengan tabel *Prediction_requests*, sehingga setiap pengguna dapat mengajukan lebih dari satu permintaan prediksi. Selain itu, tabel *Kecamatans* berperan sebagai data master wilayah yang menjadi acuan bagi tabel *Data_historis*, *Historical_harvests*, dan *Prediction_requests*. Dengan adanya relasi tersebut, seluruh data produksi maupun permintaan prediksi dapat dikaitkan dengan wilayah kecamatan yang sesuai di Kabupaten Jember. Alur utama pada sistem ini ditunjukkan melalui hubungan antara tabel *Prediction_requests* dan *Prediction_results*. Tabel *Prediction_requests* digunakan

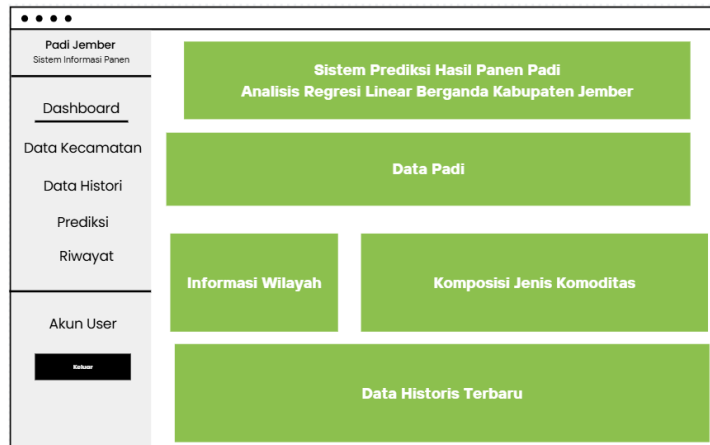
untuk menyimpan data masukan dari pengguna, meliputi luas tanam. Selanjutnya, data tersebut diproses oleh sistem dan hasil prediksinya disimpan pada tabel *Prediction_results* dengan relasi *one-to-one* melalui kunci tamu *prediction_request_id*.

d. *Wireframe*

Wireframe merupakan sketsa dari sistem yang akan dibangun. Wireframes harus mengklarifikasi dengan tepat elemen apa yang menyadari fitur yang berbeda di semua halaman atau layar produk masa depan tetapi tanpa detail lengkap (Hermawansyah & Kusmara, 2022). Untuk *wireframe* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.6 hingga Gambar 3.11.

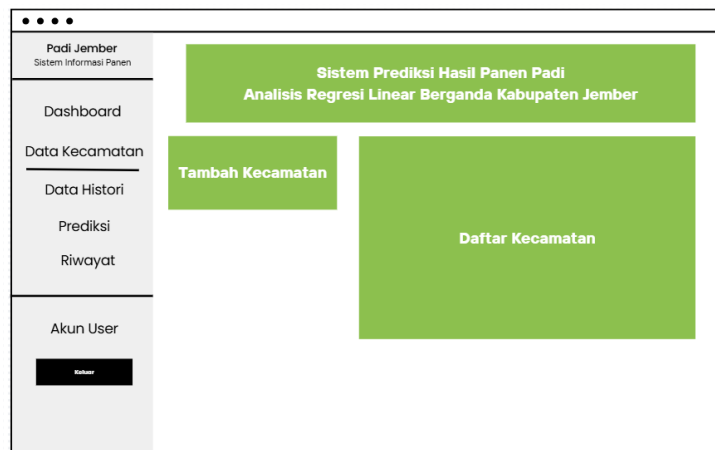
Gambar 3. 6 *Wireframe* Login

Pada gambar 3.6 merupakan tampilan *wireframe* login, yaitu akses awal bagi pengguna untuk masuk ke dalam sistem. Antarmuka dirancang dengan fokus keamanan yang terdiri dari input email dan password serta tombol login. Halaman ini berfungsi untuk memvalidasi pengguna user dan admin.



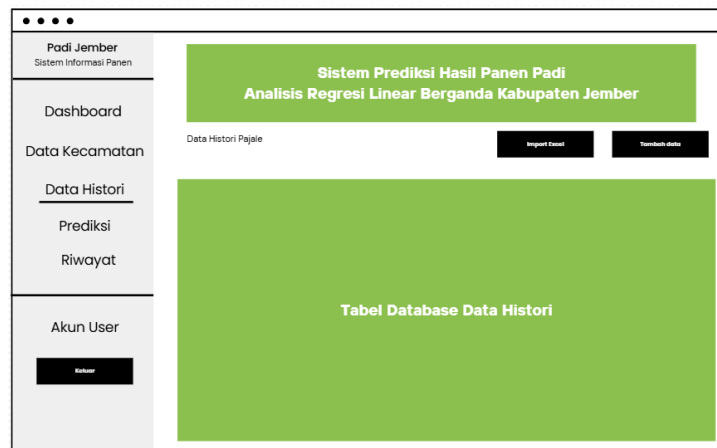
Gambar 3. 7 *Wireframe* Dashboard

Pada gambar 3.7 merupakan tampilan halaman dashboard yang menyajikan ringkasan informasi Data hsitori dari komdoitas padi, cakupan wilayah atau kecamatan yang diprediksi dan table data historis dari komdoitas padi.



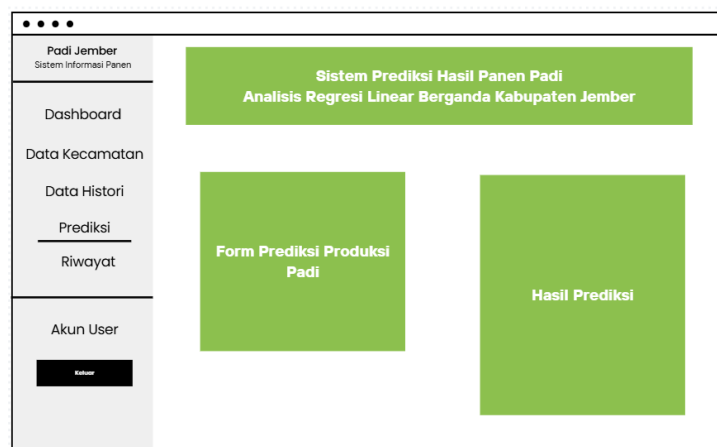
Gambar 3. 8 *Wireframe* Data Kecamatan

Pada gambar 3.8 merupakan halaman untuk menampilkan nama kecamatan yang ada di kabupaten Jember. Terdapat fitur kecamatan yang memungkinkan untuk mengelola atau menambahkan nama kecamatan yang ada di kabupaten Jember.



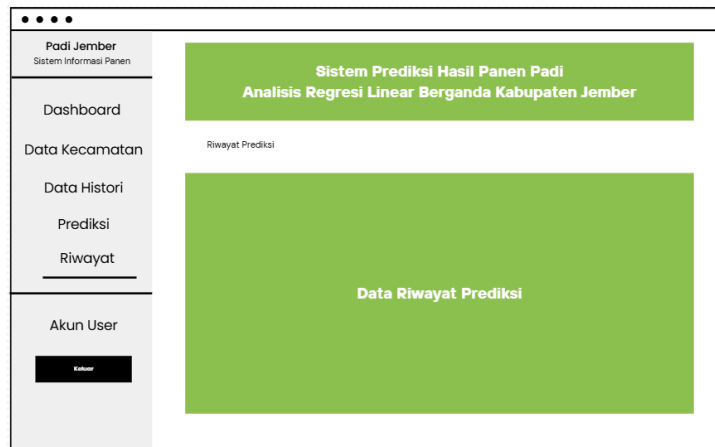
Gambar 3. 9 *Wireframe* Data Histori

Pada gambar 3.9 merupakan halaman data histori yang akan menampilkan data histori pada tahun sebelumnya. Pada halaman ini dilengkapi dengan fitur tahun, komoditas, dan wilayah. Serta tombol “tambah data” dan “*Import Excel*” untuk menambahkan data histori.



Gambar 3. 10 *Wireframe* Prediksi

Pada gambar 3.10 merupakan halaman prediksi dengan menyediakan area input parameter luas tanam untuk melalui proses perhitungan.



Gambar 3. 11 Wireframe Riwayat Prediksi

Pada gambar 3.11 merupakan halaman riwayat prediksi dilengkapi dengan kolom beberapa variabel.

3.3.3 Implementation

Tahap implementasi merupakan proses penerapan hasil perancangan sistem ke dalam bentuk aplikasi yang dapat dijalankan. Pada tahap ini, dilakukan pengembangan sistem prediksi hasil panen padi berbasis *web* dengan mengintegrasikan model regresi linier berganda yang dibangun dengan bahasa *python*. Pengembangan dilakukan secara bertahap sehingga komponen sistem dapat dibangun, diuji dan diintegrasikan secara sistematis. Tahap implementasi pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu *preprocessing* data, pemodelan regresi linear berganda, evaluasi model, perhitungan prediksi produksi, dan implementasi sistem.

Tahap *preprocessing* data dilakukan untuk mempersiapkan dataset sebelum masuk ke tahap pemodelan. Proses ini meliputi pemeriksaan missing value, transformasi data, pemeriksaan data duplikat, serta deteksi dan penanganan outlier menggunakan metode *Interquartile Range* (IQR) dengan teknik *capping*. Seluruh tahapan *preprocessing* bertujuan untuk meningkatkan kualitas data sehingga siap digunakan dalam proses analisis dan pemodelan.

Pada tahap pembangunan model regresi linear berganda yang dilakukan secara bertahap (*two-stage regression*). Tahap evaluasi model dilakukan untuk

mengetahui kinerja model Regresi Linear Berganda menggunakan beberapa metrik evaluasi, yaitu *Koefisien Determinasi* (R^2), *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil evaluasi digunakan untuk mengukur tingkat akurasi dan kemampuan model dalam melakukan prediksi.

Tahap implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan model Regresi Linear Berganda yang telah dibangun menggunakan *Python* ke dalam aplikasi berbasis *web* yang dikembangkan menggunakan *framework Laravel*.

3.3.4 Testing

Untuk memastikan sistem beroperasi sesuai dengan persyaratan yang diinginkan, pengujian dilakukan setelah sistem diterapkan. Menemukan kesalahan (*bug*) dan menentukan apakah sistem dapat beroperasi secara akurat dan efektif merupakan tujuan utama pengujian. Untuk memastikan setiap fungsi beroperasi sebagaimana mestinya tanpa memeriksa kode komputer secara langsung, pengujian dilakukan menggunakan teknik UAT. Hasil pengujian sangat penting dalam menentukan apakah sistem dapat digunakan atau memerlukan peningkatan.

3.3.5 Maintenance

Pemeliharaan sistem merupakan fase terakhir dalam Tahapan *Waterfall*. Meskipun sering dianggap sebagai fase pascaproduksi, pemeliharaan sangat penting untuk menjamin kelangsungan dan fungsionalitas sistem dalam jangka panjang. Memperbaiki kesalahan atau cacat yang baru ditemukan, memperbarui basis data atau algoritma saat keadaan lapangan berubah, dan membuat fitur baru berdasarkan kebutuhan pengguna merupakan contoh pemeliharaan. Bagian studi ini masih dipersiapkan dengan struktur sistem yang memungkinkan peningkatan atau penyesuaian di masa mendatang, meskipun pemeliharaan belum sepenuhnya selesai karena sistem baru saja dibangun.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analysis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan sistem yang diidentifikasi pada tahap analisis untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan sistem dengan hasil implementasi aplikasi prediksi hasil panen padi. membandingkan kebutuhan fungsional (*Functional Requirement*) dan kebutuhan nonfungsional (*Non-Functional Requirement*) yang telah dirumuskan dengan fitur-fitur yang berhasil diimplementasikan pada sistem.

Dari analisis *functional Requirement*, sistem telah mampu menyediakan seluruh fitur utama yang mendukung proses prediksi hasil panen padi. Sistem menyediakan fitur autentikasi pengguna melalui halaman login sehingga hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat menggunakan sistem. Selain itu, sistem menyediakan halaman dashboard sebagai pusat informasi, pengelolaan data kecamatan, pengelolaan data historis hasil panen padi, serta proses prediksi hasil panen berdasarkan parameter luas tanam menggunakan metode Regresi Linear Berganda. Sistem juga menyediakan fitur penyimpanan hasil prediksi ke dalam basis data, riwayat prediksi, detail hasil prediksi, serta pencetakan laporan hasil prediksi dalam format PDF.

Dari analisis *Non-Functional Requirement*, sistem yang dikembangkan telah memenuhi aspek kemudahan penggunaan (*usability*), kinerja (*performance*), keandalan (*reliability*), keamanan (*security*), kemudahan pemeliharaan (*maintainability*), dan *Device Compatibility*. Antarmuka sistem dirancang sederhana sehingga mudah dipahami oleh pengguna. Proses prediksi dilakukan melalui integrasi antara aplikasi Laravel dan model Regresi Linear Berganda yang dibangun menggunakan Python.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh fungsi yang dirancang pada tahap analisis telah berhasil diimplementasikan dan dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu melakukan prediksi hasil panen padi berdasarkan

data masukan yang diberikan pengguna, menyimpan hasil prediksi ke dalam basis data, serta menyajikan riwayat prediksi sebagai informasi yang dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam bidang pertanian.

4.2 *Design*

Tahap *design* merupakan proses perancangan sistem yang disusun berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Tahapan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai bentuk, struktur, dan mekanisme kerja sistem yang akan dibangun sehingga proses pengembangan dapat dilakukan dengan lebih sistematis dan terarah. Dalam penelitian ini, aktivitas perancangan mencakup *design use case*, *flowchart*, perancangan database dan *wireframe*. Setiap rancangan digunakan sebagai acuan untuk proses pengembangan sistem agar sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

4.3 *Implementation*

Tahap *implementation* pada penelitian ini merupakan proses pengembangan sistem yang mencakup *preprocessing* data, pembangunan model Regresi Linear Berganda, evaluasi model, serta implementasi sistem ke dalam aplikasi berbasis web. Proses pengembangan dilakukan secara bertahap meliputi *preprocessing* data, analisis data, persiapan pemodelan, pembangunan model Regresi Linear Berganda, evaluasi model, perhitungan prediksi produksi, dan implementasi sistem. Pembangunan model dilakukan menggunakan pendekatan Regresi Linear Berganda dua tahap. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis untuk memastikan data yang digunakan memiliki kualitas yang baik, model yang dibangun mampu menghasilkan prediksi yang akurat, serta sistem yang dikembangkan dapat digunakan oleh pengguna untuk melakukan prediksi hasil panen padi.

4.3.1 Tahap *Preprocessing* Data

Pada tahap ini dilakukannya persiapan dataset untuk digunakan dalam proses pemodelan. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan memiliki struktur yang baik, konsisten, serta terbebas dari permasalahan yang dapat memengaruhi hasil prediksi, seperti nilai yang hilang (*missing value*), format data

yang tidak sesuai, data duplikat, maupun nilai pencilan (*outlier*). Tahapan *preprocessing* yang dilakukan meliputi pemeriksaan data awal, pemeriksaan *missing value*, transformasi data, pemeriksaan data duplikat, deteksi dan penanganan *outlier*.

a. Pemeriksaan Data Awal

Pemeriksaan data awal merupakan tahapan pertama dalam proses *preprocessing* yang bertujuan untuk mengetahui kondisi awal dataset sebelum dilakukan proses pengolahan data lebih lanjut. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa dataset berhasil dibaca oleh sistem serta memiliki struktur data yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 60 baris data dan 7 kolom yang meliputi beberapa variabel penting yang akan digunakan untuk tahap persiapan pemodelan. Berikut merupakan tampilan data awal sebelum dilakukannya *preprocessing* ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Dataset Awal

Tahun	Kecamatan	Luas Tanam (ha)	Luas Lahan Terpanen (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (ton)	Curah Hujan (mm)
2015	Kencong	5,995	5,896	65,96	38,712	1884,2
2015	Jenggawah	6,973	6,815	60,83	41,461	1872,2
2015	Rambipuji	7,896	7,188	59,53	42,788	1570,4
2015	Jombang	7,607	7,401	64,09	47,412	1540,2
2015	Panti	7,032	6,873	59,99	41,231	1872,2
2015	Bangsalsari	8,800	8,601	61,01	52,477	1870,4
...	...	...	...	...	...	...
2023	Kencong	6,922	6,766	62,86	42,528	2092,6
2023	Jenggawah	7,082	6,922	61,90	42,847	2516,5
2024	Kencong	7,131	7,118	61,43	43,728	2515,9
2024	Jenggawah	6,948	6,724	63,43	42,647	2814,5
2024	Rambipuji	6,054	5,432	62,70	34,060	2572,0
2024	Jombang	8,228	8,101	62,97	51,007	2980,5
2024	Panti	5,912	5,935	61,87	36,716	2366,1
2024	Bangsalsari	6,564	7,940	61,79	49,065	2557,2

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa beberapa atribut numerik masih menggunakan tanda koma (,) sebagai pemisah.

b. Pemeriksaan *Missing Value*

Pada pemeriksaan *missing value* dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan data yang kosong atau tidak memiliki nilai pada setiap variabel dalam dataset. Keberadaan *missing value* dapat memengaruhi proses analisis maupun pembentukan model. Hasil pemeriksaan *missing value* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Identifikasi *Missing Value*

Kolom	Jumlah <i>Missing</i>
Kecamatan	0
Luas_Tanam (ha)	0
Luas_Lahan_Terpanen (ha)	0
Produktivitas (ku/ha)	0
Produksi (ton)	0
Curah_Hujan (mm)	0

Berdasarkan Tabel 4.2, seluruh variabel memiliki jumlah *missing value* sebanyak 0, sehingga dapat disimpulkan bahwa dataset yang digunakan telah lengkap dan tidak memerlukan proses penanganan *missing value*. Dengan demikian, seluruh data dapat langsung digunakan pada tahapan *preprocessing* berikutnya.

c. Pembersihan Format Data Numerik

Pembersihan format data numerik merupakan salah satu tahapan *preprocessing* yang bertujuan untuk menyeragamkan format data numerik agar sesuai dengan kebutuhan analisis dan pemodelan. Proses ini melakukan pengubahan tanda koma (,) menjadi tanda titik (.) pada nilai numerik. Hasil pembersihan format data numerik dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pembersihan Format Data Numerik

Kolom	Sebelum	Sesudah
Luas_Tanam (ha)	7,131	7.131
Luas_Lahan_Terpanen (ha)	7,118	7.118
Produktivitas (ku/ha)	65,96	65.96
Produksi (ton)	43,728	43.728
Curah_Hujan (mm)	1884,2	1884.2

Berdasarkan Tabel 4.3, proses pembersihan format data numerik berhasil mengubah seluruh variabel numerik ke dalam tipe data yang sesuai. Variabel Luas Tanam, Luas Lahan Terpanen, Produktivitas, Produksi dan Curah Hujan berhasil dilakukan penggantian format yang awalnya menggunakan tanda koma (,) diubah ke tanda titik (.) agar dapat diproses secara akurat pada saat melakukan pemrosesan data.

d. Pemeriksaan Data Duplikat

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan untuk mengidentifikasi adanya data yang memiliki nilai sama pada seluruh atribut dalam dataset. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa jumlah data duplikat pada dataset adalah 0. Hal tersebut menunjukkan tidak terdapat baris data yang tercatat lebih dari satu kali. Dengan demikian, tidak diperlukan proses penghapusan data duplikat.

e. Deteksi dan Penanganan *Outlier*

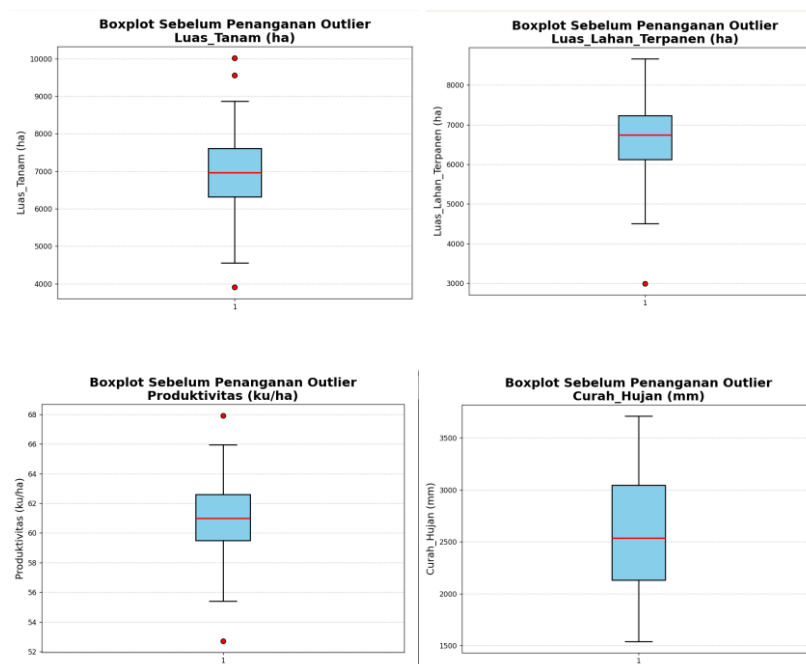
Pada tahap ini dilakukannya pemeriksaan *outlier* untuk mengidentifikasi serta mengurangi pengaruh data yang memiliki nilai jauh berbeda dibandingkan sebagian besar data lainnya. Langkah awal dilakukannya deteksi *outlier* menggunakan metode *Interquartile Range* (IQR). Metode IQR dipilih karena mampu mengidentifikasi data pencilon berdasarkan penyebaran data tanpa dipengaruhi oleh nilai ekstrem. Nilai *Interquartile Range* (IQR) diperoleh dari selisih antara kuartil ketiga (Q_3) dan kuartil pertama (Q_1) sebagaimana ditunjukkan pada **Persamaan 2.2**. Selanjutnya, batas bawah (*Lower Bound*) dan batas atas (*Upper Bound*)

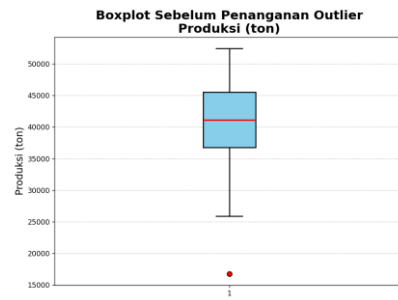
dihitung menggunakan **Persamaan 2.3** dan **Persamaan 2.4**. Berdasarkan hasil perhitungan pada dataset, dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Metode IQR

Kolom	Q_1	Q_3	IQR	<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>
Luas_Tanam (ha)	6323.50	7612.75	1289.25	4389.62	9546.62
Luas_Lahan_Terpanen (ha)	6126.22	7226.89	1100.67	4475.21	8877.90
Produktivitas (ku/ha)	59.50	62.61	3.10	54.84	67.27
Produksi (ton)	36751.17	46208.75	9457.58	22564.79	60395.13
Curah_Hujan (mm)	2131.22	3047.20	915.97	757.26	4421.16

Berdasarkan Tabel 4.4, diperoleh nilai kuartil pertama (Q_1), kuartil ketiga (Q_3), nilai *Interquartile Range* (IQR), *Lower Bound*, dan *Upper Bound* untuk setiap variabel numerik. Nilai-nilai tersebut digunakan sebagai batas dalam mengidentifikasi data yang termasuk *outlier*. Suatu data dikategorikan sebagai *outlier* apabila memiliki nilai yang lebih kecil dari *Lower Bound* atau lebih besar dari *Upper Bound*. Sesuai hasil perhitungan yang tertera pada Tabel 4.4, didapatkannya 7 *outlier* pada beberapa variabel. Berikut merupakan variabel yang terdapat *outlier* disajikan dalam bentuk boxplot pada Gambar 4.1.





Gambar 4. 1 Boxplot Deteksi *Outlier*

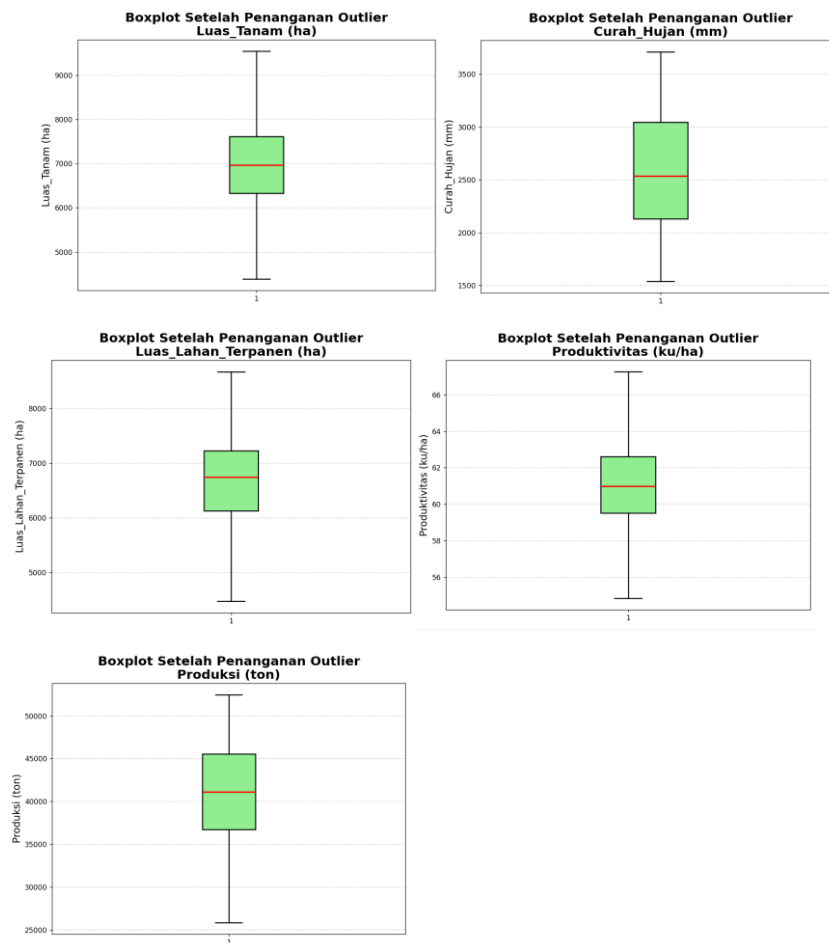
Visualisasi boxplot pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa terdapat *outlier* pada variabel Luas_Tanam (ha) sebanyak 3, Luas_lahan_Terpanen (ha) sebanyak 1, Produktivitas (ku/ha) sebanyak 2, Curah_Hujan sebanyak 0 dan Produksi (ton) sebanyak 1. Setelah proses deteksi *outlier* dilakukan, selanjutnya yaitu melakukan penanganan *outlier*. Pada penelitian ini, penanganan *outlier* menggunakan metode *capping*. Metode ini dipilih karena tidak menghapus data dari dataset, melainkan mengganti nilai yang berada di luar batas bawah (*Lower Bound*) maupun batas atas (*Upper Bound*) dengan nilai batas tersebut. Proses *capping* dilakukan berdasarkan **Persamaan 2.5**. Hasil *capping* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil *Capping*

Kolom	Sebelum	Sesudah
Luas_Tanam (ha)	3	0
Luas_Lahan_Terpanen (ha)	1	0
Produktivitas (ton)	2	0
Produksi (ton)	1	0
Curah_Hujan (mm)	0	0

Berdasarkan Tabel 4.5, ditemukan total 6 outlier pada variabel Luas_Tanam (ha), Luas_Lahan_Terpanen (ha) dan Produksi (ton). deteksi outlier dilakukan menggunakan metode Interquartile Range (IQR). Setelah dilakukan proses penanganan menggunakan *capping* menunjukkan bahwa penanganan outlier sudah dilakukan dan hasilnya sudah tidak terdapat outlier pada variabel

Luas_Lahan_Terpanen (ha), Luas_Lahan (ha) dan Produksi (ton). Berikut merupakan visualiasi boxplot setelah *outlier* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Boxplot Hasil Penanganan Outlier

Visualiasai boxplot pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa *outlier* berhasil ditangani dan seluruh variabel sudah tidak terdapat *outlier*.

f. *Preview Data Setelah Preprocessing*

Setelah seluruh rangkaian proses *preprocessing* selesai dilakukan, data memiliki format yang seragam dan siap digunakan untuk tahap persiapan pemodelan. Berikut merupakan Tabel 4.6 yang merupakan tampilan sebagian data yang telah melalui seluruh tahapan *preprocessing*.

Tabel 4. 6 Preview Data Setelah *Preprocessing*

Tahun	Kecamatan	Luas Tanam (ha)	Luas Lahan Terpanen (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (ton)	Curah Hujan (mm)
2015	Kencong	5.995	5.896	65.96	38.712	1884.2
2015	Jenggawah	6.973	6.815	60.83	41.461	1872.2
2015	Rambipuji	7.896	7.188	59.53	42.788	1570.4
2015	Jombang	7.607	7.401	64.09	47.412	1540.2
2015	Panti	7.032	6.873	59.99	41.231	1872.2
2015	Bangsalsari	8.800	8.601	61.01	52.477	1870.4
...	...	...	...	...	...	...
2023	Kencong	6.922	6.766	62.86	42.528	2092.6
2023	Jenggawah	7.082	6.922	61.90	42.847	2516.5
2024	Kencong	7.131	7.118	61.43	43.728	2515.9
2024	Jenggawah	6.948	6.724	63.43	42.647	2814.5
2024	Rambipuji	6.054	5.432	62.70	34.060	2572.0
2024	Jombang	8.228	8.101	62.97	51.007	2980.5
2024	Panti	5.912	5.935	61.87	36.716	2366.1
2024	Bangsalsari	6.564	7.940	61.79	49.065	2557.2

Berdasarkan Tabel 4.6, ditampilkan *preview* dataset setelah seluruh tahapan *preprocessing* selesai dilakukan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dataset telah memiliki format data yang seragam, tidak terdapat *missing value*, tidak ditemukan data duplikat, serta *outlier* yang teridentifikasi. Selain itu, seluruh variabel numerik telah dikonversi ke dalam tipe data yang sesuai sehingga dapat diproses pada tahap analisis dan pemodelan.

4.3.2 Persiapan Pemodelan

Setelah melakukan seluruh tahapan *preprocessing*, hasil akhir dataset dipersiapkan untuk membangun model prediksi menggunakan metode Regresi Linear Berganda. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan telah memenuhi asumsi dasar sehingga model yang dihasilkan mampu memberikan hasil prediksi yang optimal. Pada penelitian ini, persiapan pemodelan dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu analisis korelasi, pembagian data menjadi data latih dan data uji, serta uji *linearitas*.

a. Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan salah satu tahapan dalam persiapan pemodelan yang bertujuan untuk mengetahui tingkat hubungan antarvariabel penelitian sebelum dilakukan pembangunan model regresi linear berganda. Berikut adalah hasil analisis korelasi antarvariabel penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.7.

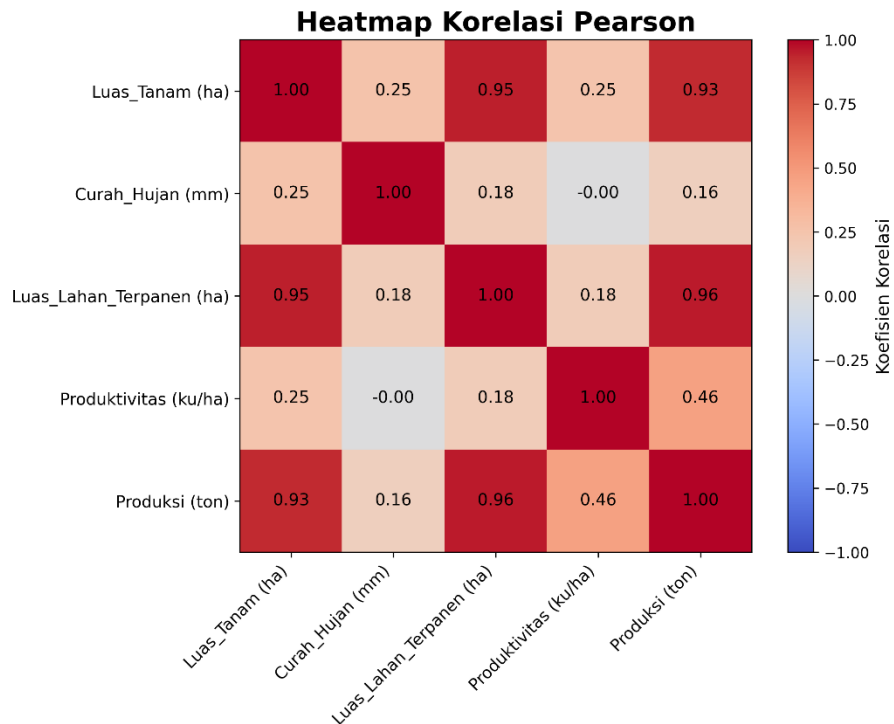
Tabel 4. 7 Matriks Korelasi *Pearson* Antarvariabel

Kolom	Luas_Tanam (ha)	Luas_Lahan_Terapan (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (ton)	Curah_Hujan (mm)
Luas_Tanam (ha)	1.000	0.948	0.248	0.927	0.253
Luas_Lahan_Terapan (ha)	0.948	1.000	0.184	0.957	0.184
Produktivitas (ton)	0.248	0.184	1.000	0.456	-0.002
Produksi (ton)	0.927	0.957	0.456	1.000	0.159

Curah_Hujan (mm)	0.253	0.184	-0.002	0.159	1.000
---------------------	-------	-------	--------	-------	-------

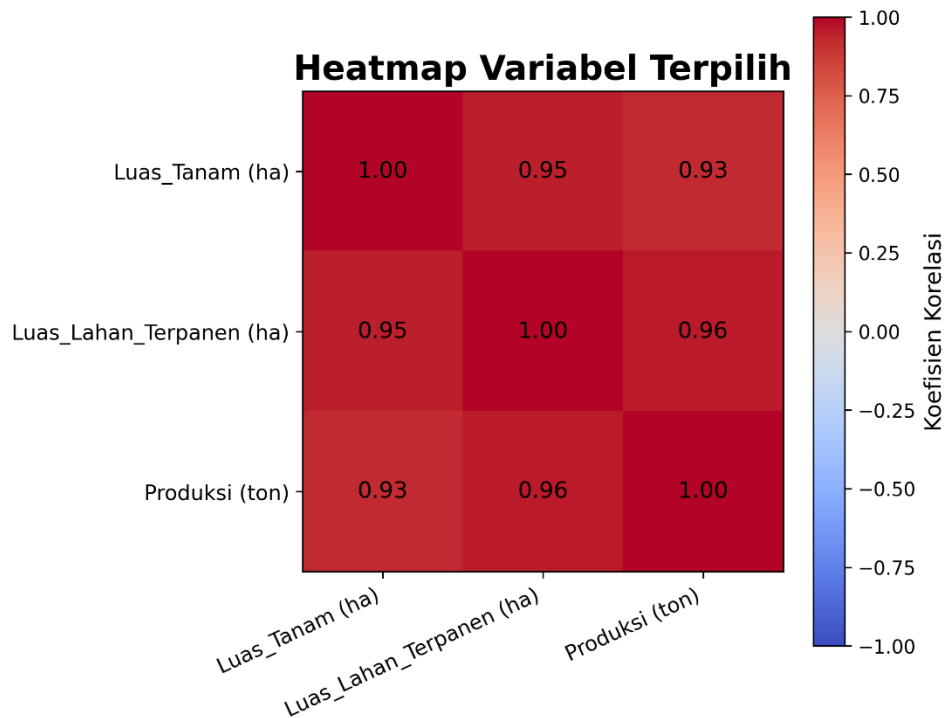
Berdasarkan Tabel 4.7, diketahui bahwa Luas Tanam (ha) memiliki hubungan positif yang sangat kuat dengan Luas Lahan Terpanen (ha) dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,948. Hal ini menunjukkan bahwa semakin luas area tanam, maka luas lahan yang berhasil dipanen cenderung semakin besar. Hubungan yang sangat kuat tersebut menunjukkan bahwa variabel Luas Tanam merupakan salah satu parameter penting dalam proses prediksi Luas Lahan Terpanen. Selanjutnya, hubungan antara Luas Tanam (ha) dengan Produksi (ton) memperoleh nilai korelasi sebesar 0,928, yang menunjukkan hubungan positif sangat kuat. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan luas tanam umumnya diikuti dengan peningkatan jumlah produksi padi yang dihasilkan. Variabel Luas Lahan Terpanen (ha) memiliki hubungan paling tinggi terhadap Produksi (ton) dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,957. Nilai ini menunjukkan bahwa luas lahan yang berhasil dipanen merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap jumlah produksi padi dibandingkan variabel lainnya.

Sementara itu, variabel Produktivitas (ku/ha) hanya memiliki hubungan sedang terhadap Produksi dengan nilai korelasi sebesar 0,456, sedangkan hubungan Produktivitas terhadap Luas Tanam maupun Luas Lahan Terpanen tergolong lemah, yaitu masing-masing sebesar 0,248 dan 0,184. Variabel Curah Hujan (mm) juga menunjukkan hubungan yang relatif lemah terhadap seluruh variabel penelitian. Nilai korelasi Curah Hujan terhadap Produksi hanya sebesar 0,160, terhadap Luas Tanam sebesar 0,253, dan terhadap Luas Lahan Terpanen sebesar 0,185. Bahkan hubungan antara Curah Hujan dengan Produktivitas memiliki nilai korelasi -0,002, yang menunjukkan hampir tidak terdapat hubungan *linier* di antara kedua variabel tersebut. Analisis diatas dapat dilihat pada heatmap yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 *Heatmap Korelasi Pearson*

Berdasarkan visualisasi *heatmap* pada Gambar 4.3, *heatmap* memberikan gambaran mengenai tingkat hubungan antarvariabel berdasarkan intensitas warna. Semakin gelap warna yang ditampilkan, semakin tinggi nilai koefisien korelasi antarvariabel. Sebaliknya, warna yang lebih terang menunjukkan hubungan yang lebih lemah. Berdasarkan heatmap tersebut terlihat bahwa pasangan variabel Luas Tanam (ha) dengan Luas Lahan Terpanen (ha), Luas Tanam (ha) dengan Produksi (ton), serta Luas Lahan Terpanen (ha) dengan Produksi (ton) memiliki warna paling gelap. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga pasangan variabel tersebut memiliki hubungan positif yang sangat kuat. Di sisi lain, variabel Curah Hujan (mm) dan Produktivitas (ku/ha) didominasi oleh warna yang lebih terang terhadap variabel lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kedua variabel tersebut memiliki hubungan linier yang relatif lemah terhadap produksi maupun luas lahan terpanen pada dataset penelitian. Oleh karena itu, kedua variabel tersebut dipertimbangkan untuk tidak digunakan sebagai parameter utama dalam proses pemodelan. Berikut merupakan heatmap variabel yang saling berhubungan ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Heatmap Variabel Terpilih

Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson pada Gambar 4.4, dipilih tiga variabel yang memiliki hubungan kuat, yaitu Luas Tanam (ha), Luas Lahan Terpanen (ha), dan Produksi (ton). Heatmap tersebut memperlihatkan bahwa hubungan antara Luas Tanam (ha) dan Luas Lahan Terpanen (ha) memiliki nilai korelasi sebesar 0,948, sedangkan hubungan antara Luas Tanam (ha) dan Produksi (ton) sebesar 0,928. Selain itu, hubungan antara Luas Lahan Terpanen (ha) dan Produksi (ton) memiliki nilai korelasi tertinggi, yaitu sebesar 0,957. Ketiga nilai koefisien korelasi tersebut berada di atas 0,70, sehingga termasuk dalam kategori hubungan positif sangat kuat. Oleh karena itu, variabel-variabel tersebut dipilih sebagai parameter utama dalam pembangunan model prediksi menggunakan metode Regresi Linear Berganda.

Pada penelitian ini, pemodelan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama menggunakan Luas Tanam (ha) sebagai variabel independen untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha). Selanjutnya, hasil prediksi Luas Lahan Terpanen bersama dengan variabel Luas Tanam digunakan sebagai variabel independen pada

tahap kedua untuk memprediksi Produksi (ton). Pendekatan bertahap ini dipilih karena hubungan antarvariabel menunjukkan korelasi yang sangat kuat sehingga diharapkan mampu menghasilkan model prediksi dengan tingkat akurasi yang baik.

b. Pembagian Data Training dan Testing

Setelah melakukan analisis korelasi, tahap selanjutnya yaitu pembagian data *training* dan data *testing*. Pembagian data bertujuan agar model Regresi Linear Berganda dapat dilatih menggunakan sebagian data (*training*) dan selanjutnya diuji menggunakan data yang tidak pernah digunakan selama proses pelatihan (*testing*). Pada penelitian ini, pembagian data dilakukan menggunakan rasio 80 : 20, di mana 80% data digunakan sebagai data training dan 20% data digunakan sebagai data testing. Berikut merupakan hasil pembagian data ditunjukkan pada Tabel 4.8.

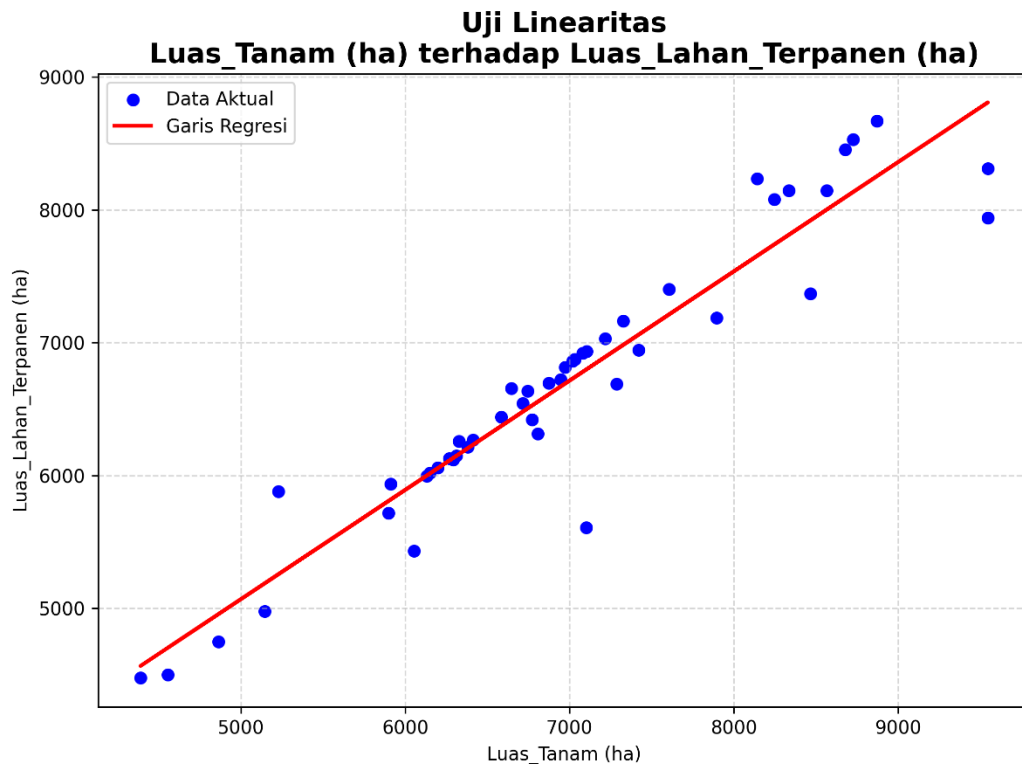
Tabel 4. 8 Pembagian data training dan data testing

Keterangan	Jumlah Data	Presentase
Data Training	48	80%
Data Testing	12	20%
Total	60	100%

Berdasarkan Tabel 4.8, sebanyak 48 data digunakan sebagai data *training* untuk membangun model Regresi Linear Berganda, sedangkan 12 data digunakan sebagai data *testing* untuk mengevaluasi kemampuan model dalam melakukan prediksi. Pembagian data ini diterapkan pada Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 maupun Model Regresi Linear Berganda Tahap 2, sehingga kedua model dibangun dan dievaluasi menggunakan data yang sama. Selanjutnya, data *training* digunakan pada proses pembentukan model, sedangkan data *testing* digunakan untuk menghitung nilai evaluasi model menggunakan metrik R^2 , MAE, MSE, RMSE, dan MAPE.

c. Uji *Linearitas* Model 1

Pada Model 1, uji *linearitas* dilakukan untuk mengetahui hubungan antara Luas Tanam (ha) sebagai variabel independen terhadap Luas Lahan Terpanen (ha) sebagai variabel dependen. Hasil dari Uji *Linearitas* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



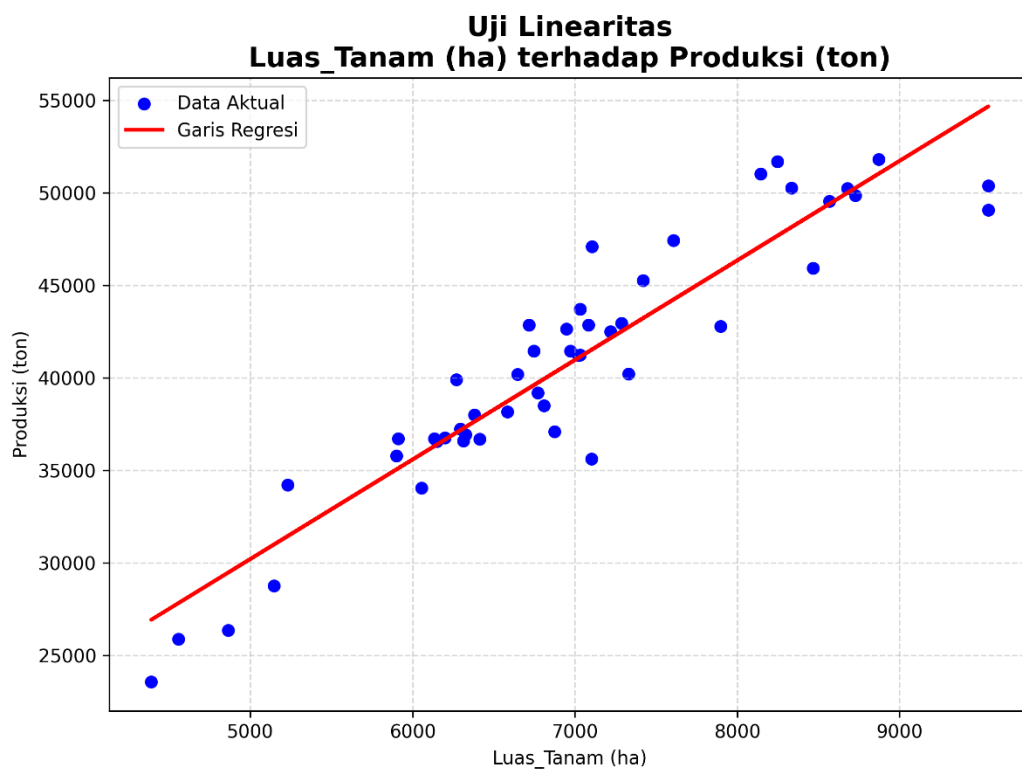
Gambar 4. 5 Uji *Linearitas* Luas Tanam terhadap Luas Lahan Terpanen

Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa titik-titik data tersebar mengikuti arah garis regresi yang membentuk pola meningkat dari kiri bawah menuju kanan atas. Sebagian besar titik berada di sekitar garis regresi meskipun terdapat beberapa titik yang memiliki penyimpangan. Pola tersebut menunjukkan adanya hubungan linier positif antara variabel Luas Tanam (ha) dan Luas Lahan Terpanen (ha). Semakin besar luas tanam yang dilakukan, maka luas lahan yang berhasil dipanen juga cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan hasil analisis korelasi Pearson yang menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,948, yang termasuk dalam kategori hubungan sangat kuat. Dengan demikian, variabel Luas Tanam (ha)

memenuhi asumsi linearitas sehingga layak digunakan sebagai variabel independen pada pemodelan tahap pertama untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha).

d. Uji *Linearitas* Model 2

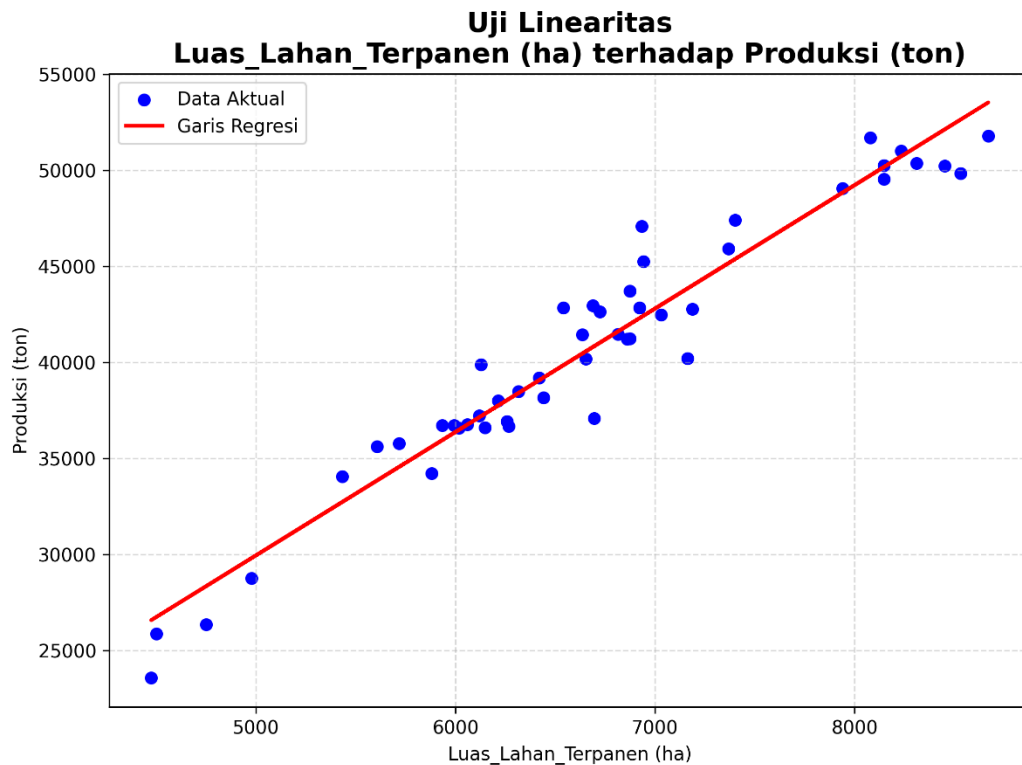
Pada Model 2 dilakukan uji linearitas terhadap masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen, yaitu Produksi (ton). Uji *Linearitas* dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



Gambar 4. 6 Uji *Linearitas* Luas Tanam terhadap Produksi

Berdasarkan Gambar 4.6, terlihat sebaran titik data menunjukkan pola yang mengikuti garis regresi dengan arah positif. Walaupun terdapat beberapa titik yang berada di atas maupun di bawah garis regresi, secara umum pola penyebaran data masih membentuk hubungan linier. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan Luas Tanam (ha) cenderung diikuti oleh peningkatan Produksi (ton). Hasil ini juga didukung oleh nilai koefisien korelasi Pearson sebesar 0,928 yang menunjukkan hubungan positif sangat kuat antara kedua variabel. Oleh karena itu,

variabel Luas Tanam (ha) memiliki hubungan linier terhadap Produksi (ton) dan memenuhi asumsi linearitas untuk digunakan dalam proses pemodelan.



Gambar 4. 7 Luas Lahan Terpanen terhadap Produksi

Berdasarkan Gambar 4.7, terlihat bahwa titik-titik data membentuk pola yang mengikuti garis regresi dengan kecenderungan meningkat secara linier. Sebagian besar titik berada di sekitar garis regresi sehingga menunjukkan hubungan yang cukup konsisten antara kedua variabel. Hubungan tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar Luas Lahan Terpanen (ha), maka Produksi (ton) yang dihasilkan juga cenderung meningkat. Hasil visualisasi ini diperkuat oleh analisis korelasi Pearson yang menghasilkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,957, yang merupakan nilai korelasi tertinggi di antara pasangan variabel yang dianalisis. Nilai tersebut menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat sehingga variabel Luas Lahan Terpanen (ha) memenuhi asumsi *linearitas* dan layak digunakan sebagai salah satu variabel independen pada pemodelan tahap kedua untuk memprediksi Produksi (ton).

4.3.3 Tahap Pemodelan

Tahapan pemodelan merupakan proses pembangunan model prediksi menggunakan metode Regresi Linear Berganda berdasarkan data hasil *preprocessing* dan data *training* yang telah dipersiapkan pada tahap sebelumnya. Pada penelitian ini, proses pemodelan dilakukan secara bertahap (*two-stage multiple linear regression*), yaitu melalui dua model regresi yang saling berkaitan.

a. Pembangunan Model Regresi Linear Berganda Tahap 1

Pada tahap pertama, dibangun model Regresi Linear Berganda untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha). Berikut merupakan variabel yang digunakan pada tahap 1 ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Variabel Model Regresi Linear Berganda Tahap 1

Jenis Variabel	Variabel
Variabel Independen (X_1)	Luas Tanam (ha)
Variabel Dependen (Y)	Luas Lahan Terpanen (ha)

Berdasarkan Tabel 4.9, Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 dibangun menggunakan satu variabel independen, yaitu Luas Tanam (ha), sedangkan variabel dependen yang diprediksi adalah Luas Lahan Terpanen (ha). Pada proses pelatihan (*training*), model melakukan estimasi parameter menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) berdasarkan **Persamaan 2.7** sehingga diperoleh nilai *intercept* dan koefisien regresi yang membentuk persamaan regresi linear berganda. Berikut adalah hasil nilai *intercept* dan koefisien regresi ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Koefisien Model Regresi Linear Berganda Tahap 1

Variabel	Koefisien
<i>Intercept</i>	954.554134
Luas Tanam (ha)	0.822708

Berdasarkan hasil pelatihan model pada Tabel 4.10, diperoleh nilai *intercept* sebesar 954.554134 dan koefisien variabel Luas Tanam (ha) sebesar 0.822708. Nilai

intercept dan *koefisien* regresi tersebut diperoleh melalui proses estimasi parameter menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) berdasarkan **Persamaan 2.7**. Koefisien regresi variabel Luas Tanam (ha) 0.822708 menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 hektar luas tanam diperkirakan akan meningkatkan nilai prediksi Luas Lahan Terpanen (ha) sebesar 0.822708 hektar. Berdasarkan nilai *intercept* dan *koefisien* regresi tersebut, diperoleh persamaan Regresi Linear Berganda Tahap 1 sebagai berikut.

$$Y = 954.554134 + 0.822708X_1$$

Keterangan :

Y = Luas Lahan Terpanen (ha)

X_1 = Luas Tanam (ha)

Persamaan regresi tersebut selanjutnya digunakan untuk menghasilkan prediksi Luas Lahan Terpanen (ha) pada data *training* maupun data *testing*. Hasil prediksi dari Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 kemudian digunakan sebagai salah satu variabel masukan pada Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 untuk memprediksi Produksi.

b. Pembangunan Model Regresi Linear Berganda Tahap 2

Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 digunakan untuk memprediksi Produksi (ton). Berikut merupakan variabel yang digunakan pada Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Variabel Model Regresi Linear Berganda Tahap 2

Jenis Variabel	Variabel
Variabel Independen (X_1)	Luas Tanam (ha)
Variabel Independen (X_2)	Luas Lahan Terpanen (ha)
Variabel Dependen (Y)	Produksi (ton)

Berdasarkan Tabel 4.11, Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 dibangun menggunakan dua variabel independen, yaitu Luas Lahan Terpanen (ha), dan Luas Tanam (ha), sedangkan variabel dependen yang diprediksi adalah Produksi (ton). Sama seperti pada Model Regresi Linear Berganda Tahap 1, proses pelatihan (*training*) dilakukan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) berdasarkan **Persamaan 2.7** sehingga diperoleh nilai *intercept* dan *koefisien* regresi yang membentuk persamaan regresi linear berganda. Berikut adalah hasil nilai *intercept* dan koefisien regresi ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Koefisien Model Regresi Linear Berganda Tahap 2

Variabel	Koefisien
<i>Intercept</i>	-1871.693937
Luas Tanam (ha)	0.889108
Luas Lahan Terpanen (ha)	5.453928

Berdasarkan hasil pelatihan model pada Tabel 4.12, diperoleh nilai *intercept* sebesar -1871.693937. Nilai *intercept* dan koefisien regresi diperoleh melalui proses pelatihan model menggunakan algoritma *LinearRegression* pada *library scikit-learn*, yang melakukan estimasi parameter menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) berdasarkan **Persamaan 2.7**. Selain itu, diperoleh koefisien regresi untuk variabel Luas Tanam (ha) sebesar 0.889108 dan Luas Lahan Terpanen (ha) sebesar 5.453928. Nilai *intercept* sebesar -1871.693937 menunjukkan nilai konstanta model ketika seluruh variabel independen bernilai nol. Dalam konteks penelitian ini, kondisi tersebut tidak memiliki makna praktis karena tidak terdapat data dengan nilai Luas Tanam maupun Luas Lahan Terpanen sebesar nol. Oleh karena itu, *interpretasi* model lebih difokuskan pada nilai koefisien regresi masing-masing variabel independen. Koefisien regresi variabel Luas Tanam (ha) sebesar 0.889108 menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 hektar luas tanam, dengan asumsi variabel Luas Lahan Terpanen tetap, diperkirakan akan meningkatkan produksi padi sebesar 0.889108 ton. Sementara itu, *koefisien* regresi variabel Luas Lahan Terpanen (ha) sebesar 5.453928 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 hektar luas lahan terpanen, dengan asumsi variabel Luas Tanam tetap, diperkirakan

akan meningkatkan produksi padi sebesar 5.453928 ton. Nilai *koefisien* tersebut menunjukkan bahwa variabel Luas Lahan Terpanen memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap produksi dibandingkan variabel Luas Tanam. Berdasarkan nilai intercept dan koefisien regresi tersebut, diperoleh persamaan Regresi Linear Berganda Tahap 2 sebagai berikut.

$$Y = -1871.693937 + 0.889108X_1 + 5.453928X_2$$

Keterangan :

Y = Produksi (ton)

X_1 = Luas Tanam (ha)

X_2 = Luas Lahan Terpanen (ha)

Persamaan regresi tersebut selanjutnya digunakan untuk menghasilkan prediksi Produksi (ton) pada data *training* maupun data *testing*.

4.3.4 Evaluasi Model

Evaluasi model merupakan tahap yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja model Regresi Linear Berganda dalam melakukan prediksi. Pada penelitian ini, evaluasi dilakukan terhadap Model Regresi Linear Berganda Tahap 1, Model Regresi Linear Berganda Tahap 2, serta hasil perhitungan prediksi produksi. Kinerja model dievaluasi menggunakan lima metrik evaluasi, yaitu *Coefficient of Determination* (R^2), *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

a. Evaluasi Model Tahap 1

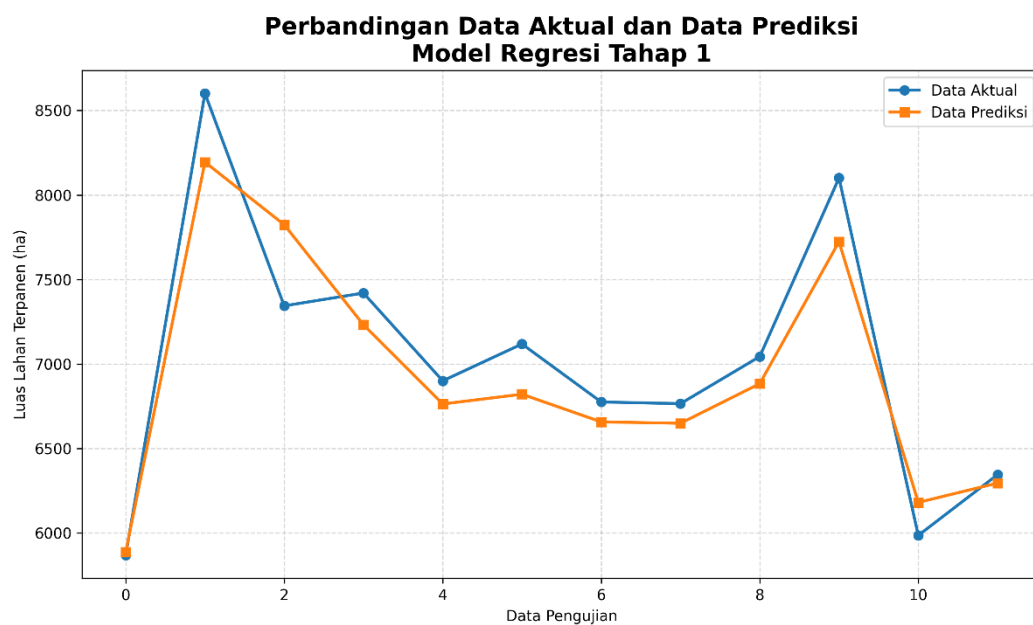
Evaluasi Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha) berdasarkan variabel Luas Tanam (ha). Proses evaluasi dilakukan menggunakan data *testing* sebanyak 12 data dengan membandingkan nilai aktual terhadap hasil prediksi model. Hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Evaluasi Model Tahap 1

Metrik	Nilai
R^2	0.8883
MAE	211.8517 ha
MSE	64515.9753 ha ²
RMSE	254.0000 ha
MAPE	2.89%

Berdasarkan hasil evaluasi model tahap 1 yang tunjukkan pada Tabel 4.13, diperoleh nilai *Coefficient of Determination* (R^2) sebesar 0,8883 menggunakan perhitungan **Persamaan 2.8**. Nilai tersebut menunjukkan bahwa 88,83% variasi nilai Luas Lahan Terpanen (ha) dapat dijelaskan oleh variabel Luas Tanam (ha), sedangkan 11,17% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model. Nilai koefisien determinasi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Selanjutnya, berdasarkan **Persamaan 2.9** diperoleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 211,8517 ha. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan hasil prediksi model adalah sekitar 211,85 hektar, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi yang dihasilkan model relatif mendekati nilai aktual. Perhitungan menggunakan **Persamaan 2.10** menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 64.515,9753 ha², sedangkan berdasarkan Persamaan 2.11 diperoleh nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 254,0000 ha. Kedua metrik tersebut menunjukkan besarnya kesalahan prediksi model, di mana semakin kecil nilai MSE dan RMSE maka semakin baik kemampuan model dalam menghasilkan prediksi yang akurat. Nilai RMSE sebesar 254,0000 ha menunjukkan bahwa rata-rata penyimpangan hasil prediksi terhadap data aktual berada pada kisaran 254 hektar. Selanjutnya, berdasarkan **Persamaan 2.12** diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2,89%. Nilai tersebut berada di bawah 10%, sehingga berdasarkan kriteria interpretasi MAPE, Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 termasuk dalam kategori sangat akurat. Dengan demikian, hasil evaluasi

menunjukkan bahwa Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha) dan layak digunakan sebagai model pada tahap pertama sebelum hasil prediksi tersebut digunakan sebagai variabel masukan pada Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 untuk memprediksi Produksi (ton). Setelah didapatkannya hasil dari masing-masing metrik, dapat dilihat pada Gambar 4.8 perbandingan nilai aktual dan prediksi pada model regresi tahap 1.



Gambar 4. 8 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi Model Regresi Tahap 1

Berdasarkan Gambar 4.8, terlihat bahwa pola garis data prediksi mengikuti pola data aktual pada hampir seluruh data pengujian. Kedua garis menunjukkan kecenderungan naik dan turun yang relatif sama, sehingga mengindikasikan bahwa Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 mampu menangkap hubungan antara Luas Tanam (ha) dan Luas Lahan Terpanen (ha) dengan baik. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa titik data yang menunjukkan selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual. Perbedaan tersebut merupakan kondisi yang umum dijumpai pada model regresi karena hasil prediksi merupakan estimasi berdasarkan pola hubungan linier yang dipelajari dari data pelatihan. Model tidak dirancang untuk menghasilkan nilai

yang sama persis dengan data aktual, melainkan memberikan nilai prediksi yang mendekati kondisi sebenarnya.

Selain itu, selisih pada beberapa titik dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model. Pada penelitian ini, Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 hanya menggunakan variabel Luas Tanam (ha) sebagai variabel independen untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha). Padahal dalam kondisi nyata, luas lahan yang berhasil dipanen juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lain, seperti faktor teknis dalam pengelolaan lahan. Faktor tersebut tidak dimasukkan ke dalam model sehingga menyebabkan beberapa hasil prediksi memiliki selisih terhadap data aktual.

Meskipun masih terdapat beberapa perbedaan pada titik tertentu, secara keseluruhan garis prediksi tetap berada sangat dekat dengan garis aktual dan mampu mengikuti pola perubahan data. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data yang belum pernah digunakan pada proses pelatihan. Hasil visualisasi tersebut juga didukung oleh nilai *Coefficient of Determination* (R^2) sebesar 0,8883 yang menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 88,83% variasi data, serta nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2,89% yang termasuk dalam kategori sangat akurat. Oleh karena itu, Model Regresi Linear Berganda Tahap 1 dinilai mampu memberikan prediksi Luas Lahan Terpanen (ha) dengan tingkat akurasi yang baik dan layak digunakan sebagai dasar untuk pembangunan Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 dalam memprediksi Produksi (ton).

b. Evaluasi Model Tahap 2

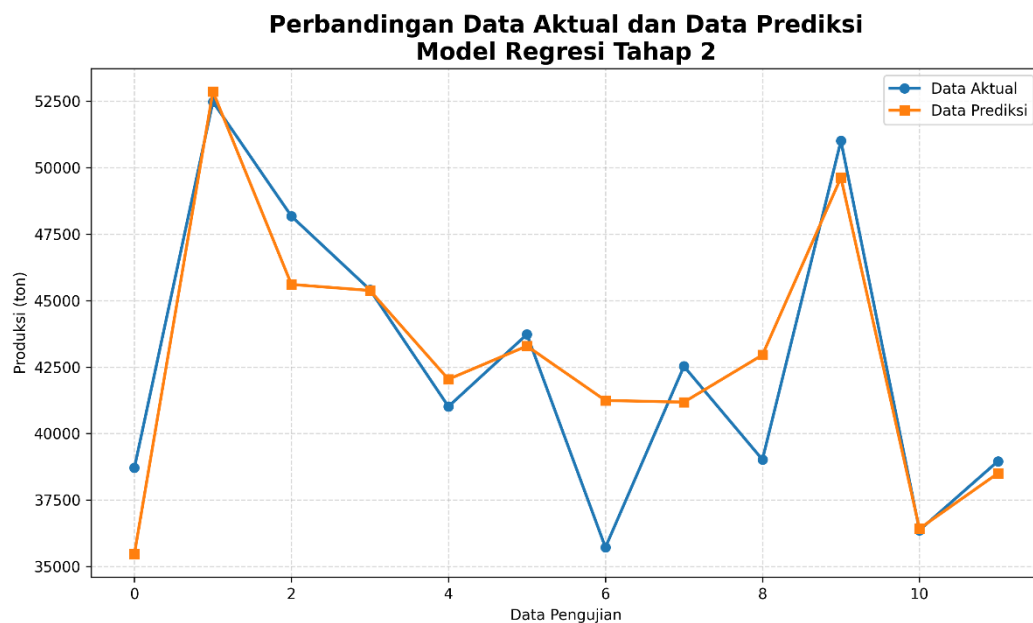
Evaluasi Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam memprediksi Produksi (ton) berdasarkan variabel Luas Lahan Terpanen (ha) dan Luas Tanam (ha). Proses evaluasi dilakukan menggunakan 12 data testing dengan membandingkan nilai aktual terhadap hasil prediksi model. Hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil Evaluasi Model Tahap 2

Metrik	Nilai
R^2	0.7976
MAE	1698.8448 ton
MSE	5701727.2667 ton ²
RMSE	2387.8290 ton
MAPE	4.23%

Berdasarkan hasil evaluasi model tahap 1 yang tunjukkan pada Tabel 4.14, perhitungan menggunakan **Persamaan 2.8**, diperoleh nilai *Coefficient of Determination* (R^2) sebesar 0,7976. Nilai tersebut menunjukkan bahwa 79,76% variasi nilai Produksi (ton) dapat dijelaskan oleh variabel Luas Tanam (ha) dan Luas Lahan Terpanen (ha), sedangkan 20,24% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model. Nilai koefisien determinasi ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Selanjutnya, berdasarkan **Persamaan 2.9** diperoleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 1.698,8448 ton. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan hasil prediksi model adalah sekitar 1.698,84 ton. Nilai MAE ini menggambarkan besarnya rata-rata kesalahan prediksi yang dihasilkan model tanpa memperhatikan arah kesalahan. Perhitungan menggunakan **Persamaan 2.10** menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 5.701.727,2667 ton², sedangkan berdasarkan Persamaan 2.11 diperoleh nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 2.387,8290 ton. Kedua metrik tersebut menunjukkan tingkat kesalahan prediksi model, di mana semakin kecil nilai MSE dan RMSE maka semakin baik kemampuan model dalam menghasilkan prediksi yang akurat. Nilai RMSE sebesar 2.387,8290 ton menunjukkan bahwa rata-rata penyimpangan hasil prediksi terhadap data aktual berada pada kisaran 2.387,83 ton. Selanjutnya, berdasarkan **Persamaan 2.12** diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 4,23%. Nilai tersebut berada di bawah 10%, sehingga berdasarkan kriteria interpretasi MAPE, Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 termasuk

dalam kategori sangat akurat. Dengan demikian, hasil evaluasi menunjukkan bahwa Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memprediksi Produksi (ton) berdasarkan variabel Luas Tanam (ha) dan Luas Lahan Terpanen (ha). Setelah didapatkannya hasil dari masing-masing metrik, dapat dilihat pada Gambar 4.9 perbandingan nilai aktual dan prediksi pada model regresi tahap 2.



Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi Model Regresi Tahap 2

Berdasarkan Gambar 4.9, terlihat bahwa pola data prediksi secara umum mampu mengikuti pola data aktual pada sebagian besar data pengujian. Garis prediksi menunjukkan kecenderungan yang searah dengan garis data aktual, sehingga model mampu menggambarkan perubahan nilai produksi dari satu data pengujian ke data pengujian lainnya. Meskipun demikian, pada beberapa titik masih terdapat selisih yang cukup terlihat antara nilai prediksi dan nilai aktual. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa model belum mampu menangkap seluruh variasi produksi yang terjadi pada data sebenarnya. Hal ini disebabkan karena produksi padi tidak hanya dipengaruhi oleh Luas Tanam (ha) dan Luas Lahan Terpanen (ha), tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model, seperti serangan organisme pengganggu tanaman, kualitas benih, penggunaan

pupuk, teknik budidaya, serta kondisi lingkungan selama masa tanam hingga panen. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan hasil produksi aktual lebih tinggi maupun lebih rendah dibandingkan hasil prediksi model. Walaupun demikian, secara keseluruhan garis prediksi masih mampu mengikuti pola perubahan data aktual dengan baik. Hal ini didukung oleh nilai *Coefficient of Determination* (R^2) sebesar 0,7976, yang menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan hampir 80% variasi data produksi, serta nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 4,23% yang termasuk dalam kategori sangat akurat. Dengan demikian, Model Regresi Linear Berganda Tahap 2 dinilai memiliki performa yang baik dan layak digunakan untuk memprediksi Produksi (ton) pada sistem prediksi hasil panen padi di Kabupaten Jember.

Berdasarkan hasil evaluasi, kedua model menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan nilai MAPE di bawah 10%. Model Regresi Tahap 1 digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen, sedangkan hasil prediksi tersebut menjadi masukan bagi Model Regresi Tahap 2 untuk memprediksi produksi padi. Selanjutnya, untuk mengetahui kemampuan model dalam menggambarkan pola prediksi pada setiap wilayah penelitian, dilakukan analisis hasil prediksi berdasarkan masing-masing kecamatan. Analisis ini disajikan melalui grafik perbandingan data aktual dan data prediksi pada setiap kecamatan.

4.3.5 Analisis Hasil Prediksi Berdasarkan Kecamatan

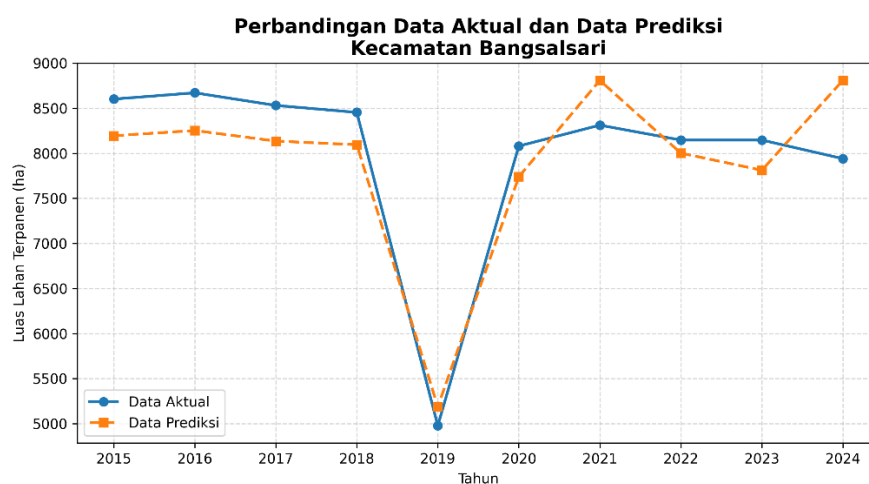
Setelah dilakukan evaluasi terhadap Model Regresi Tahap 1 dan Model Regresi Tahap 2 menggunakan data pengujian, tahap selanjutnya adalah menganalisis hasil prediksi pada 6 kecamatan. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan nilai aktual dan nilai hasil prediksi pada setiap kecamatan menggunakan grafik garis. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui sejauh mana model mampu mengikuti pola perubahan data pada setiap kecamatan, serta mengidentifikasi adanya selisih prediksi yang terjadi pada masing-masing wilayah. Grafik ini disusun menggunakan seluruh data penelitian yang terdiri atas data pelatihan (*training*) dan data pengujian (*testing*), sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kemampuan model dalam merepresentasikan pola data secara

keseluruhan. Pada analisis ini digunakan seluruh data penelitian, yaitu data tahun 2015–2024, sehingga dapat memberikan gambaran kemampuan model dalam mengikuti pola perubahan luas lahan terpanen pada setiap kecamatan selama periode penelitian. Berikut adalah gambaran grafik perbandingan data aktual dan data prediksi di 6 kecamatan.

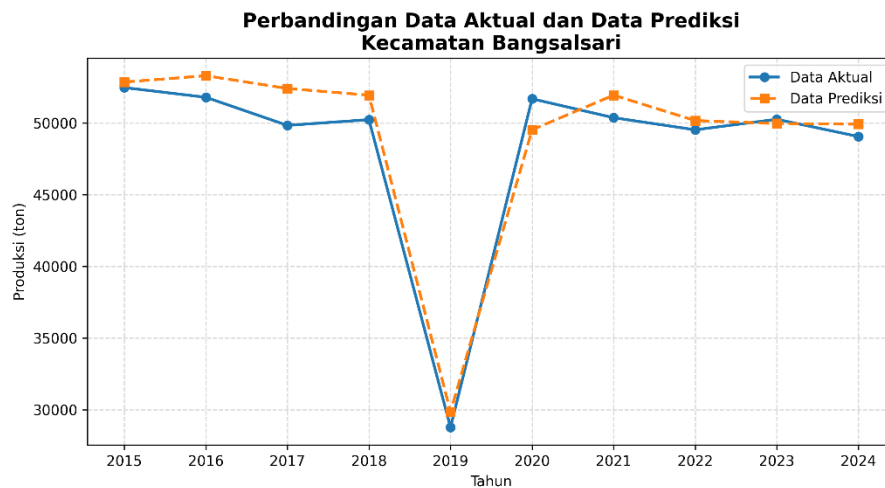
Berikut merupakan beberapa perbandingan data aktual dan data prediksi di Kabupaten Jember.

a. Kecamatan Bangsalsari

Analisis hasil prediksi pada Kecamatan Bangsalsari dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan model regresi linear berganda dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen (Tahap 1) dan Produksi Padi (Tahap 2). Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data aktual terhadap data hasil prediksi pada periode tahun 2015–2024. Selain itu, digunakan beberapa metrik evaluasi yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi pada masing-masing tahap. Berikut Gambar 4.10 memperlihatkan perbandingan antara data aktual dan data prediksi Luas Lahan Terpanen dan data aktual dan data prediksi Produksi Padi pada Kecamatan Bangsalsari.



(a)



(b)

Gambar 4. 10 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Bangsalsari

Berdasarkan Gambar (a), terlihat bahwa hasil prediksi luas lahan terpanen memiliki pola yang relatif mengikuti perubahan data aktual selama periode pengamatan. Model mampu menggambarkan kecenderungan penurunan yang sangat signifikan pada tahun 2019 dan peningkatan kembali pada tahun 2020. Hal tersebut menunjukkan bahwa model berhasil menangkap pola utama hubungan antara luas tanam dan luas lahan terpanen. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa perbedaan antara data aktual dan data prediksi, terutama pada tahun 2021 dan 2024 dimana nilai prediksi lebih tinggi dibandingkan data aktual. Luas lahan terpanen tidak hanya dipengaruhi oleh luas tanam sebagai variabel prediktor, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain seperti serangan organisme pengganggu tanaman, maupun faktor teknis budidaya yang tidak dimasukkan ke dalam model penelitian ini. Oleh karena itu, adanya selisih antara data aktual dan data prediksi merupakan kondisi yang wajar pada model regresi.

Pada Gambar (b), terlihat bahwa hasil prediksi produksi padi juga mengikuti pola perubahan produksi aktual. Penurunan produksi yang terjadi pada tahun 2019 berhasil diprediksi dengan baik oleh model, kemudian kembali meningkat pada tahun 2020 seiring meningkatnya luas lahan terpanen. Meskipun terdapat selisih pada beberapa tahun, pola perubahan data aktual masih dapat diikuti dengan baik

oleh model. Perbedaan antara nilai aktual dan nilai prediksi pada Tahap 2 dipengaruhi oleh dua hal. Pertama, model regresi menghasilkan estimasi berdasarkan hubungan rata-rata antarvariabel sehingga tidak selalu menghasilkan nilai yang identik dengan data aktual. Kedua, model Tahap 2 menggunakan hasil prediksi pada Tahap 1 sebagai salah satu variabel masukan, sehingga apabila terdapat sedikit penyimpangan pada hasil prediksi luas lahan terpanen, maka penyimpangan tersebut juga akan memengaruhi hasil prediksi produksi. Kondisi ini dikenal sebagai propagasi kesalahan (*error propagation*) pada proses prediksi bertahap. Secara keseluruhan, kedua grafik menunjukkan bahwa model mampu mengikuti kecenderungan perubahan data historis dengan baik meskipun masih terdapat perbedaan pada beberapa titik pengamatan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi kuantitatif menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE untuk mengetahui tingkat akurasi model pada masing-masing tahap. Hasil evaluasi model setiap tahap pada Kecamatan Bangsalsari ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Bangsalsari

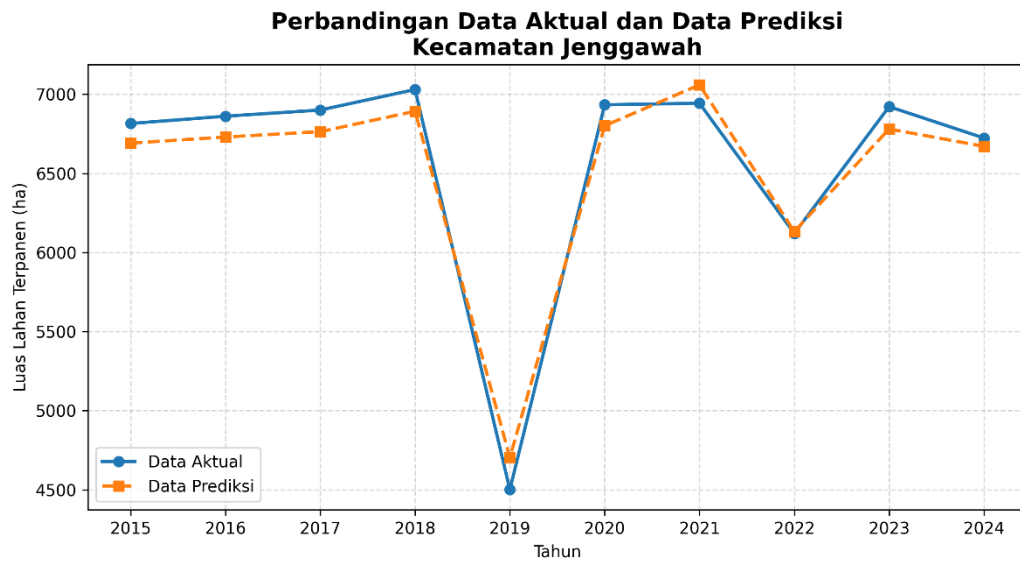
Metrik	Hasil Tahap 1	Hasil Tahap 2
MAE	393,21	1.278,69
MSE	190.316,41	2.152.051,24
RMSE	436,25	1.466,99
MAPE	4.88%	2.69%

Berdasarkan Tabel 4.15, model Tahap 1 menghasilkan nilai MAE sebesar 393,21 ha, MSE sebesar 190.316,41, RMSE sebesar 436,25 ha, dan MAPE sebesar 4,88%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi luas lahan terpanen relatif kecil dibandingkan nilai aktual. Berdasarkan interpretasi nilai MAPE, model Tahap 1 termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga mampu memprediksi luas lahan terpanen dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sementara itu, model Tahap 2 menghasilkan nilai MAE sebesar 1.278,69 ton, MSE sebesar 2.152.051,24, RMSE sebesar 1.466,99 ton, dan MAPE sebesar 2,69%. Meskipun nilai MAE, MSE, dan RMSE pada Tahap 2 lebih besar dibandingkan Tahap 1, kondisi tersebut dipengaruhi oleh perbedaan skala variabel yang diprediksi. Pada

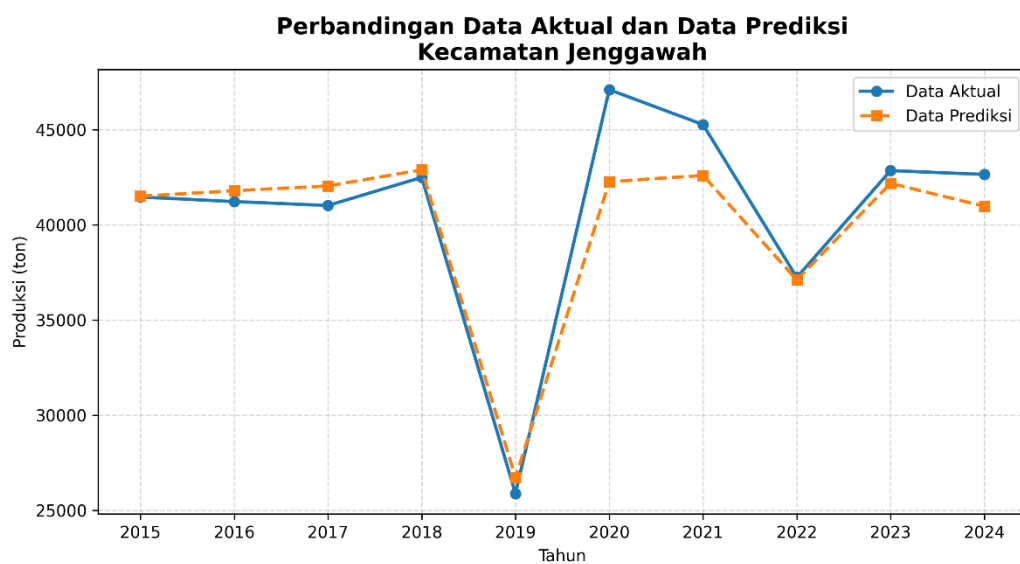
Tahap 1 model memprediksi luas lahan terpanen dengan satuan hektar, sedangkan pada Tahap 2 model memprediksi produksi padi dengan satuan ton yang memiliki rentang nilai lebih besar. Oleh karena itu, perbandingan akurasi lebih tepat dilakukan menggunakan nilai MAPE karena metrik ini menyatakan kesalahan dalam bentuk persentase. Berdasarkan nilai MAPE, model Tahap 2 memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah, yaitu 2,69%, dibandingkan model Tahap 1 sebesar 4,88%. Hal ini menunjukkan bahwa model Tahap 2 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam memprediksi produksi padi di Kecamatan Bangsalsari. Hasil evaluasi tersebut juga sesuai dengan visualisasi pada Gambar 4.10, dimana grafik prediksi pada Tahap 2 terlihat lebih mendekati pola data aktual dibandingkan Tahap 1. Secara keseluruhan, kedua model memiliki tingkat akurasi yang sangat baik karena nilai MAPE keduanya berada di bawah 10%, sehingga model dinilai layak digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi di Kecamatan Bangsalsari.

b. Kecamatan Jenggawah

Kecamatan Jenggawah merupakan salah satu kecamatan yang digunakan sebagai lokasi evaluasi model prediksi hasil panen padi. Analisis dilakukan untuk mengetahui kemampuan model regresi linear berganda dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen pada Tahap 1 dan Produksi Padi pada Tahap 2. Hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual selama periode 2015–2024 sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaian model dalam menggambarkan pola perubahan data historis. Perbandingan antara data aktual dan data prediksi pada kedua tahap ditunjukkan pada Gambar 4.11.



(a)



(b)

Gambar 4. 11 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Jenggawah

Berdasarkan Gambar (a) terlihat bahwa hasil prediksi luas lahan terpanen pada Kecamatan Jenggawah memiliki pola yang sangat mendekati data aktual. Model mampu mengikuti perubahan luas lahan terpanen pada hampir seluruh periode pengamatan, termasuk penurunan yang sangat tajam pada tahun 2019 serta peningkatan kembali pada tahun 2020. Kedekatan antara garis aktual dan garis

prediksi menunjukkan bahwa hubungan antara variabel luas tanam dan luas lahan terpanen berhasil dipelajari dengan baik oleh model regresi linear berganda. Perbedaan antara data aktual dan data prediksi hanya terlihat pada beberapa tahun, seperti tahun 2019, 2021, dan 2023. Namun demikian, selisih yang terjadi relatif kecil dibandingkan dengan besarnya nilai luas lahan terpanen secara keseluruhan. Perbedaan tersebut merupakan karakteristik umum dari metode regresi linear berganda yang menghasilkan estimasi berdasarkan hubungan terbaik (*best fit*) dari seluruh data pelatihan, sehingga nilai prediksi tidak selalu sama persis dengan nilai aktual. Selain itu, luas lahan terpanen juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain di luar variabel luas tanam, seperti serangan hama, bencana alam, serta faktor teknis budidaya yang tidak dimasukkan ke dalam model penelitian.

Selanjutnya, berdasarkan Gambar (b), hasil prediksi produksi padi juga mampu mengikuti pola perubahan produksi aktual, termasuk penurunan tajam pada tahun 2019 dan peningkatan produksi pada tahun 2020. Akan tetapi, apabila dibandingkan dengan Tahap 1, terlihat bahwa selisih antara garis data aktual dan garis prediksi pada Tahap 2 relatif lebih besar, terutama pada tahun 2020 dan 2021. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa prediksi produksi memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan prediksi luas lahan terpanen. Produksi padi tidak hanya dipengaruhi oleh luas tanam dan luas lahan terpanen, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kesuburan tanah, penggunaan benih, pemupukan, serangan hama dan penyakit, serta teknik budidaya yang tidak digunakan sebagai variabel independen dalam penelitian ini. Akibatnya, meskipun model mampu mengikuti pola perubahan produksi, nilai prediksi pada beberapa tahun masih menunjukkan perbedaan terhadap data aktual. Selain itu, model Tahap 2 menggunakan hasil prediksi luas lahan terpanen dari Tahap 1 sebagai salah satu variabel masukan. Oleh karena itu, apabila terdapat sedikit penyimpangan pada hasil prediksi Tahap 1, maka penyimpangan tersebut akan ikut memengaruhi hasil prediksi produksi pada Tahap 2 (*error propagation*). Meskipun demikian, secara keseluruhan model masih mampu menggambarkan tren perubahan produksi padi di Kecamatan Jenggawah dengan baik. Untuk mengetahui tingkat akurasi model,

dilakukan evaluasi menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE. Hasil evaluasi model ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Jenggawah

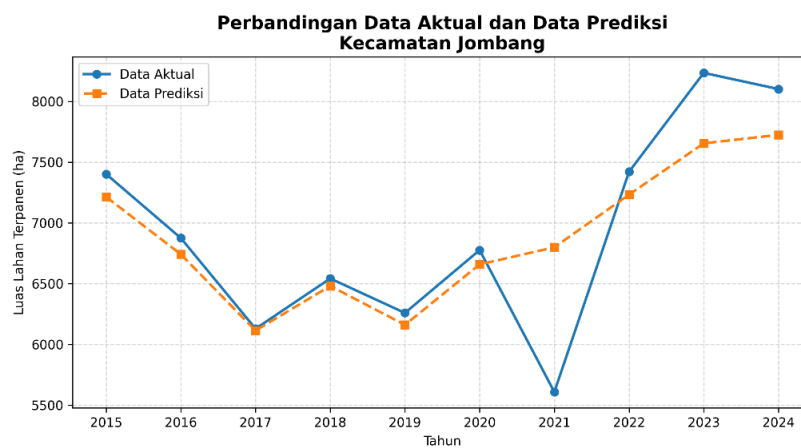
Metrik	Hasil Tahap 1	Hasil Tahap 2
MAE	104,17	1.286,20
MSE	12.749,72	3.601.025,54
RMSE	112,91	1.897,64
MAPE	1.55%	3.02%

Berdasarkan Tabel 4.16, model Tahap 1 menghasilkan nilai MAE sebesar 104,17 ha, MSE sebesar 12.749,72, RMSE sebesar 112,91 ha, dan MAPE sebesar 1,55%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi luas lahan terpanen relatif kecil terhadap nilai aktual. Berdasarkan interpretasi nilai MAPE, model Tahap 1 termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga mampu menghasilkan prediksi luas lahan terpanen dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Sementara itu, model Tahap 2 menghasilkan nilai MAE sebesar 1.286,20 ton, MSE sebesar 3.601.025,54, RMSE sebesar 1.897,64 ton, dan MAPE sebesar 3,02%. Meskipun nilai MAE, MSE, dan RMSE pada Tahap 2 lebih besar dibandingkan Tahap 1, kondisi tersebut dipengaruhi oleh perbedaan skala variabel yang diprediksi. Pada Tahap 1 model memprediksi luas lahan terpanen dalam satuan hektar, sedangkan pada Tahap 2 model memprediksi produksi padi dalam satuan ton yang memiliki rentang nilai lebih besar. Oleh karena itu, perbandingan tingkat akurasi lebih tepat dilakukan menggunakan nilai MAPE.

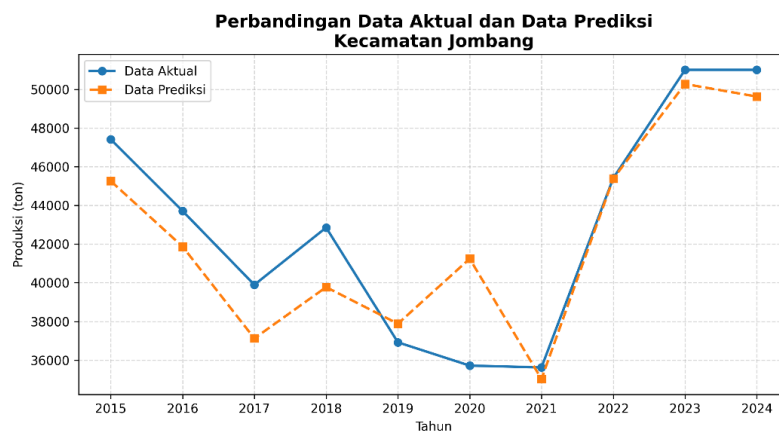
Berdasarkan nilai MAPE, model Tahap 1 memiliki tingkat kesalahan relatif yang lebih rendah (1,55%) dibandingkan Tahap 2 (3,02%). Hasil tersebut sejalan dengan visualisasi pada Gambar 4.11, dimana garis prediksi pada Tahap 1 terlihat lebih berhimpit dengan data aktual dibandingkan Tahap 2. Meskipun demikian, kedua model tetap memiliki nilai MAPE di bawah 10%, sehingga keduanya termasuk dalam kategori sangat baik dan layak digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi di Kecamatan Jenggawah.

c. Kecamatan Jombang

Kecamatan Jombang merupakan salah satu wilayah yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model regresi linear berganda dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen pada Tahap 1 dan Produksi Padi pada Tahap 2. Analisis dilakukan dengan membandingkan data aktual dan data hasil prediksi selama periode 2015–2024. Perbandingan tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan model dalam mengikuti pola perubahan data historis pada masing-masing variabel. Hasil visualisasi perbandingan data aktual dan data prediksi disajikan pada Gambar 4.12.



(a)



(b)

Gambar 4. 12 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Jombang

Berdasarkan Gambar (a), terlihat bahwa hasil prediksi luas lahan terpanen pada Kecamatan Jombang mampu mengikuti kecenderungan perubahan data aktual pada sebagian besar periode pengamatan. Model berhasil menggambarkan pola penurunan luas lahan terpanen pada tahun 2016 hingga 2019 serta peningkatan kembali pada tahun 2022 hingga 2024. Namun demikian, terdapat perbedaan yang cukup mencolok pada tahun 2021, dimana nilai aktual mengalami penurunan yang tajam, sedangkan hasil prediksi masih menunjukkan nilai yang relatif lebih tinggi. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa model belum mampu menangkap perubahan ekstrem yang terjadi pada tahun 2021. Hal ini merupakan karakteristik umum metode regresi linear berganda yang menghasilkan estimasi berdasarkan hubungan terbaik (*best fit*) terhadap keseluruhan data pelatihan, sehingga perubahan yang bersifat ekstrem atau tidak mengikuti pola umum cenderung sulit diprediksi secara tepat. Selain itu, luas lahan terpanen tidak hanya dipengaruhi oleh luas tanam, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti kondisi iklim, kekeringan, banjir, serangan organisme pengganggu tanaman, maupun faktor teknis budidaya yang tidak dimasukkan sebagai variabel independen dalam penelitian ini.

Pada Gambar (b), hasil prediksi produksi padi secara umum juga mengikuti arah perubahan produksi aktual. Penurunan produksi pada tahun 2019 serta peningkatan produksi pada tahun 2022 hingga 2024 dapat diprediksi dengan baik oleh model. Akan tetapi, perbedaan antara data aktual dan data prediksi terlihat lebih besar dibandingkan Tahap 1, khususnya pada tahun 2020, dimana model menghasilkan prediksi produksi yang lebih tinggi dibandingkan data aktual. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa prediksi produksi memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan prediksi luas lahan terpanen. Produksi padi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang lebih beragam, seperti kualitas benih, pemupukan, serangan hama dan penyakit, serta teknik budidaya. Faktor-faktor tersebut tidak dimasukkan ke dalam model sehingga menyebabkan variasi produksi tidak dapat dijelaskan sepenuhnya oleh variabel luas tanam dan luas lahan terpanen. Selain itu, model Tahap 2 menggunakan hasil prediksi luas lahan terpanen dari Tahap 1 sebagai salah satu variabel masukan. Oleh karena itu, apabila terdapat

penyimpangan pada hasil prediksi Tahap 1, maka penyimpangan tersebut akan diteruskan (*error propagation*) dan dapat menyebabkan selisih prediksi yang lebih besar pada Tahap 2. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap model Tahap 2 untuk mengetahui tingkat akurasi prediksi produksi padi pada Kecamatan Jombang. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE. Hasil evaluasi model disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Jombang

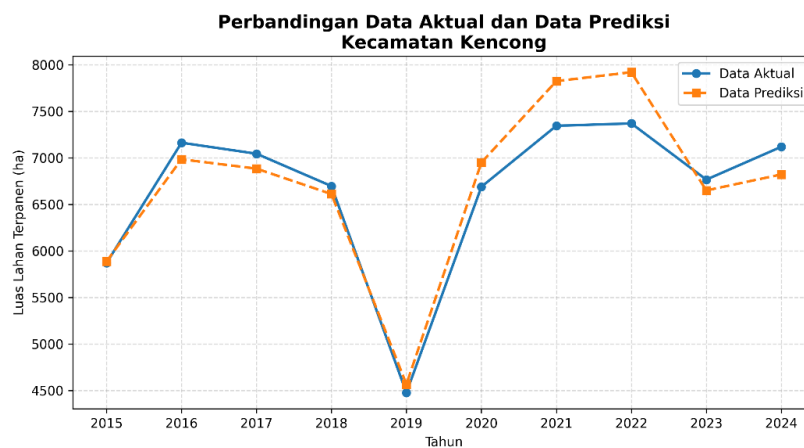
Metrik	Hasil Tahap 1	Hasil Tahap 2
MAE	295,00	1.907,54
MSE	201.250,50	5.943.236,13
RMSE	448,61	2.437,88
MAPE	4.44%	4.69%

Berdasarkan Tabel 4.17, model Tahap 1 menghasilkan nilai MAE sebesar 295,00 ha, MSE sebesar 201.250,50, RMSE sebesar 448,61 ha, dan MAPE sebesar 4,44%. Sementara itu, model Tahap 2 menghasilkan nilai MAE sebesar 1.907,54 ton, MSE sebesar 5.943.236,13, RMSE sebesar 2.437,88 ton, dan MAPE sebesar 4,69%. Perbedaan nilai MAE, MSE, dan RMSE antara kedua tahap dipengaruhi oleh perbedaan skala variabel yang diprediksi, yaitu luas lahan terpanen dalam satuan hektar pada Tahap 1 dan produksi padi dalam satuan ton pada Tahap 2.

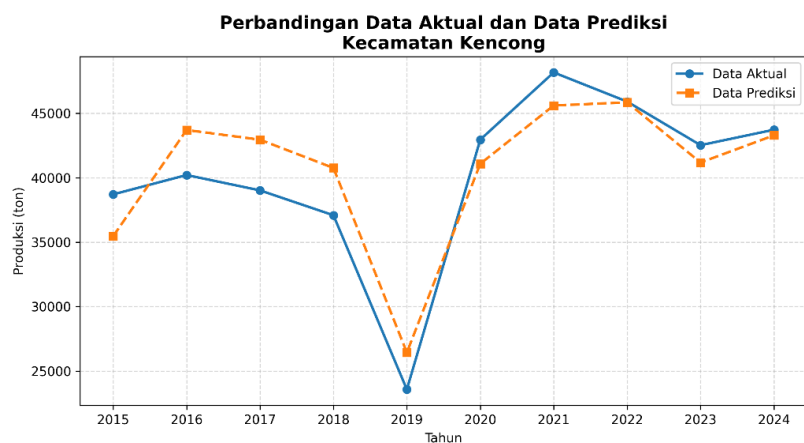
Berdasarkan nilai MAPE, model Tahap 1 memiliki tingkat kesalahan relatif yang sedikit lebih rendah dibandingkan Tahap 2, yaitu 4,44% dibandingkan 4,69%. Selisih kedua nilai tersebut relatif kecil, sehingga menunjukkan bahwa kedua model memiliki kemampuan prediksi yang hampir setara. Hasil evaluasi ini juga sesuai dengan visualisasi pada Gambar 4.12, dimana kedua grafik memperlihatkan bahwa model mampu mengikuti pola perubahan data aktual meskipun masih terdapat beberapa penyimpangan pada tahun-tahun tertentu. Karena nilai MAPE pada kedua tahap berada di bawah 10%, maka kedua model termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga layak digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi di Kecamatan Jombang.

d. Kecamatan Kencong

Kecamatan Kencong merupakan salah satu wilayah yang digunakan sebagai objek evaluasi model regresi linear berganda dalam penelitian ini. Analisis dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen pada Tahap 1 dan Produksi Padi pada Tahap 2. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data aktual selama periode 2015–2024 sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaian model dalam menggambarkan pola perubahan data historis. Perbandingan antara data aktual dan data prediksi pada kedua tahap disajikan pada Gambar 4.13.



(a)



(b)

Gambar 4. 13 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Kencong

Berdasarkan Gambar (a), hasil prediksi luas lahan terpanen pada Kecamatan Kencong secara umum mampu mengikuti pola perubahan data aktual. Model berhasil menggambarkan peningkatan luas lahan terpanen pada tahun 2016, penurunan yang cukup tajam pada tahun 2019, serta peningkatan kembali pada tahun 2020 hingga 2022. Kesesuaian pola antara data aktual dan data prediksi menunjukkan bahwa model regresi linear berganda mampu menangkap hubungan antara luas tanam dan luas lahan terpanen dengan baik. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa perbedaan antara data aktual dan data prediksi, terutama pada tahun 2021 dan 2022, dimana nilai prediksi terlihat lebih tinggi dibandingkan data aktual. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa model belum sepenuhnya mampu menangkap variasi yang terjadi pada tahun-tahun tersebut. Hal ini merupakan karakteristik umum metode regresi linear berganda yang menghasilkan estimasi berdasarkan hubungan terbaik (*best fit*) terhadap seluruh data pelatihan. Selain itu, luas lahan terpanen tidak hanya dipengaruhi oleh luas tanam, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti serangan organisme pengganggu tanaman, maupun faktor teknis budidaya yang tidak dimasukkan sebagai variabel independen dalam penelitian ini.

Pada Gambar (b), hasil prediksi produksi padi juga memperlihatkan pola yang mengikuti perubahan data aktual, terutama pada penurunan produksi yang terjadi pada tahun 2019 dan peningkatan kembali pada tahun 2020 hingga 2022. Akan tetapi, dibandingkan dengan Tahap 1, selisih antara data aktual dan data prediksi pada Tahap 2 terlihat lebih besar, terutama pada tahun 2016 hingga 2018, dimana hasil prediksi cenderung lebih tinggi dibandingkan data aktual. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa prediksi produksi memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan prediksi luas lahan terpanen. Produksi padi tidak hanya dipengaruhi oleh luas tanam dan luas lahan terpanen, tetapi juga dipengaruhi oleh kesuburan tanah, penggunaan benih, pemupukan, serangan hama dan penyakit, serta faktor budidaya lainnya yang tidak dimasukkan ke dalam model penelitian. Selain itu, model Tahap 2 menggunakan hasil prediksi luas lahan terpanen pada Tahap 1 sebagai salah satu variabel masukan, sehingga penyimpangan yang terjadi pada Tahap 1 dapat memengaruhi hasil prediksi pada Tahap 2 (*error propagation*).

Meskipun demikian, secara keseluruhan model masih mampu mengikuti kecenderungan perubahan produksi padi di Kecamatan Kencong dengan baik. Untuk mengetahui tingkat akurasi model secara kuantitatif, dilakukan evaluasi menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE. Hasil evaluasi model disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Kencong

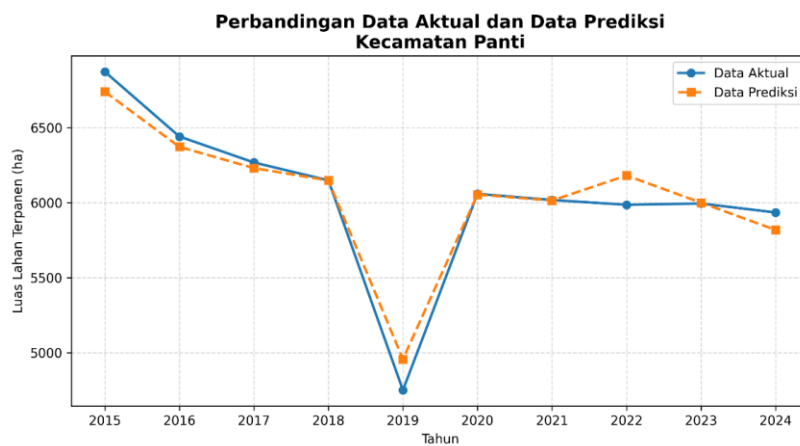
Metrik	Hasil Tahap 1	Hasil Tahap 2
MAE	223,23	2.349,12
MSE	77.614,43	7.197.989,15
RMSE	278,59	2.682,91
MAPE	3.21%	6.32%

Berdasarkan Tabel 4.18, model Tahap 1 menghasilkan nilai MAE sebesar 223,23 ha, MSE sebesar 77.614,43, RMSE sebesar 278,59 ha, dan MAPE sebesar 3,21%. Sementara itu, model Tahap 2 menghasilkan nilai MAE sebesar 2.349,12 ton, MSE sebesar 7.197.989,15, RMSE sebesar 2.682,91 ton, dan MAPE sebesar 6,32%. Perbedaan nilai MAE, MSE, dan RMSE antara kedua tahap dipengaruhi oleh perbedaan skala variabel yang diprediksi, yaitu luas lahan terpanen dalam satuan hektar pada Tahap 1 dan produksi padi dalam satuan ton pada Tahap 2.

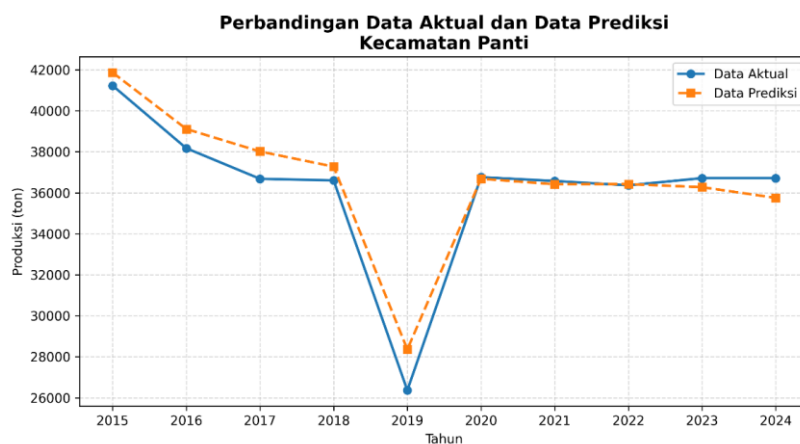
Berdasarkan nilai MAPE, model Tahap 1 memiliki tingkat kesalahan relatif yang lebih rendah dibandingkan Tahap 2, yaitu 3,21% dibandingkan 6,32%. Hasil tersebut sejalan dengan visualisasi pada Gambar 4.13, dimana grafik Tahap 1 menunjukkan kedekatan yang lebih tinggi antara data aktual dan data prediksi dibandingkan grafik Tahap 2. Meskipun Tahap 2 memperlihatkan penyimpangan yang lebih besar pada beberapa tahun pengamatan, nilai MAPE yang masih berada di bawah 10% menunjukkan bahwa model tetap memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Dengan demikian, kedua model dinilai layak digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi di Kecamatan Kencong, meskipun model Tahap 1 memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan Tahap 2.

e. Kecamatan Panti

Kecamatan Panti merupakan salah satu wilayah yang digunakan sebagai objek evaluasi model regresi linear berganda dalam penelitian ini. Analisis dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen pada Tahap 1 dan Produksi Padi pada Tahap 2. Hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual selama periode 2015–2024 untuk mengetahui tingkat kesesuaian model dalam merepresentasikan pola perubahan data historis. Perbandingan antara data aktual dan data prediksi pada kedua tahap ditampilkan pada Gambar 4.14.



(a)



(b)

Gambar 4. 14 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Panti

Berdasarkan Gambar (a), hasil prediksi luas lahan terpanen pada Kecamatan Panti menunjukkan pola yang sangat mendekati data aktual selama periode pengamatan. Model mampu mengikuti tren penurunan luas lahan terpanen dari tahun 2015 hingga 2019, kemudian menunjukkan peningkatan kembali pada tahun 2020 serta kondisi yang relatif stabil hingga tahun 2024. Kedekatan antara garis data aktual dan data prediksi menunjukkan bahwa model mampu menggambarkan hubungan antara luas tanam dan luas lahan terpanen dengan baik. Meskipun demikian, terdapat sedikit perbedaan pada beberapa tahun pengamatan, khususnya pada tahun 2019, 2022, dan 2024. Pada tahun 2019, hasil prediksi menunjukkan nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan data aktual, sedangkan pada tahun 2022 hasil prediksi sedikit melebihi nilai aktual. Perbedaan tersebut merupakan karakteristik umum dari metode regresi linear berganda yang menghasilkan estimasi berdasarkan hubungan terbaik (*best fit*) terhadap keseluruhan data pelatihan. Selain itu, luas lahan terpanen juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti serangan organisme pengganggu tanaman, bencana alam, maupun faktor teknis budidaya yang tidak dimasukkan sebagai variabel independen dalam model.

Berdasarkan Gambar (b), hasil prediksi produksi padi juga menunjukkan pola yang sangat mendekati data aktual. Model berhasil mengikuti penurunan produksi yang cukup tajam pada tahun 2019 serta peningkatan kembali pada tahun 2020. Setelah tahun 2020, garis prediksi hampir berhimpit dengan garis data aktual, sehingga menunjukkan bahwa model mampu mengikuti pola perubahan produksi padi di Kecamatan Panti dengan sangat baik.

Perbedaan antara data aktual dan data prediksi pada Tahap 2 relatif lebih kecil dibandingkan kecamatan-kecamatan sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel luas tanam, luas lahan terpanen, dan produksi padi di Kecamatan Panti lebih konsisten sehingga lebih mudah dipelajari oleh model regresi linear berganda. Meskipun demikian, masih terdapat sedikit penyimpangan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model, seperti kondisi lingkungan, kualitas benih, pemupukan, maupun faktor budidaya lainnya. Selain itu, penggunaan hasil prediksi luas lahan terpanen sebagai salah satu variabel masukan

pada Tahap 2 juga dapat menyebabkan propagasi kesalahan (*error propagation*), walaupun pengaruhnya pada Kecamatan Panti relatif kecil. Secara keseluruhan, kedua grafik menunjukkan bahwa model mampu mengikuti pola perubahan data historis dengan sangat baik. Untuk mengetahui tingkat akurasi model secara kuantitatif, dilakukan evaluasi menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE. Hasil evaluasi model disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Panti

Metrik	Hasil Tahap 1	Hasil Tahap 2
MAE	67,98	727,54
MSE	8.861,61	865.230,37
RMSE	94,14	930,18
MAPE	1.15%	2.17%

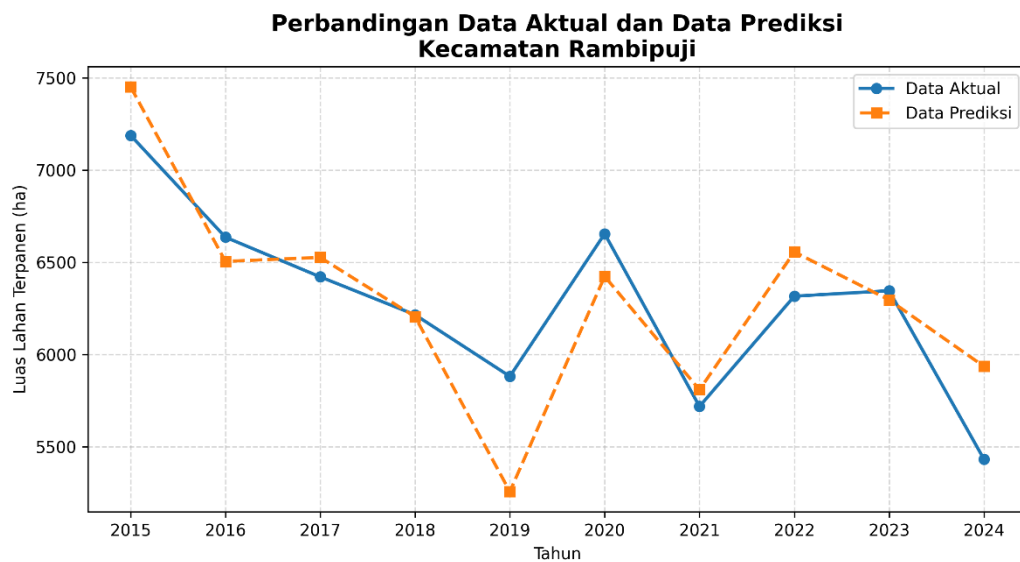
Berdasarkan Tabel 4.19, model Tahap 1 menghasilkan nilai MAE sebesar 67,98 ha, MSE sebesar 8.861,61, RMSE sebesar 94,14 ha, dan MAPE sebesar 1,15%. Sementara itu, model Tahap 2 menghasilkan nilai MAE sebesar 727,54 ton, MSE sebesar 865.230,37, RMSE sebesar 930,18 ton, dan MAPE sebesar 2,17%. Perbedaan nilai MAE, MSE, dan RMSE antara kedua tahap dipengaruhi oleh perbedaan skala variabel yang diprediksi, yaitu luas lahan terpanen dalam satuan hektar pada Tahap 1 dan produksi padi dalam satuan ton pada Tahap 2.

Berdasarkan nilai MAPE, model Tahap 1 memiliki tingkat kesalahan relatif yang lebih rendah dibandingkan Tahap 2, yaitu 1,15% dibandingkan 2,17%. Meskipun demikian, kedua nilai tersebut berada pada kategori sangat baik, sehingga menunjukkan bahwa kedua model mampu menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil evaluasi ini juga sejalan dengan visualisasi pada Gambar 4.14, dimana garis data aktual dan garis prediksi pada kedua tahap terlihat hampir berhimpit pada sebagian besar periode pengamatan. Dengan demikian, model regresi linear berganda yang dibangun dinilai layak digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi di Kecamatan Panti,

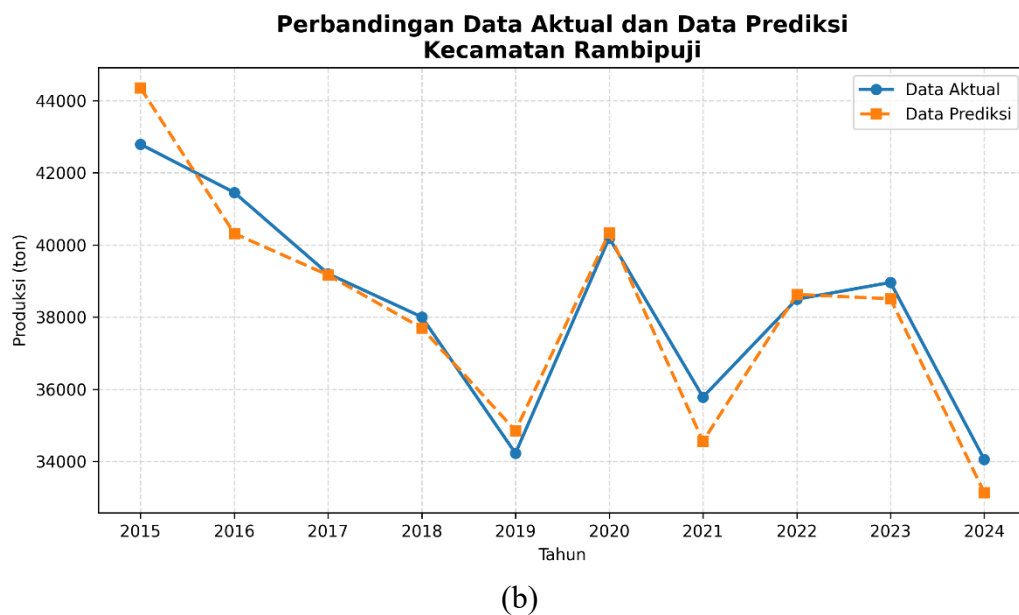
dengan model Tahap 1 menunjukkan tingkat akurasi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan Tahap 2.

f. Kecamatan Rambipuji

Kecamatan Rambipuji merupakan salah satu wilayah yang digunakan sebagai objek evaluasi model regresi linear berganda dalam penelitian ini. Analisis dilakukan untuk menilai kemampuan model dalam memprediksi Luas Lahan Terpanen pada Tahap 1 dan Produksi Padi pada Tahap 2. Hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual selama periode 2015–2024 sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaian model dalam mengikuti pola perubahan data historis. Perbandingan antara data aktual dan data prediksi pada kedua tahap disajikan pada Gambar 4.15.



(a)



Gambar 4. 15 Perbandingan Data Aktual dan Prediksi Kecamatan Rambipuji

Berdasarkan Gambar (a), hasil prediksi luas lahan terpanen pada Kecamatan Rambipuji secara umum mampu mengikuti pola perubahan data aktual selama periode pengamatan. Model berhasil menggambarkan kecenderungan penurunan luas lahan terpanen dari tahun 2015 hingga 2019, peningkatan pada tahun 2020, serta perubahan yang terjadi hingga tahun 2024. Kedekatan antara garis data aktual dan data prediksi menunjukkan bahwa model mampu menangkap hubungan antara luas tanam dan luas lahan terpanen dengan baik. Namun demikian, terdapat beberapa tahun yang menunjukkan perbedaan antara data aktual dan data prediksi, terutama pada tahun 2019, 2022, dan 2024. Pada tahun-tahun tersebut hasil prediksi cenderung lebih rendah atau lebih tinggi dibandingkan data aktual. Perbedaan ini menunjukkan bahwa model belum sepenuhnya mampu menangkap fluktuasi yang terjadi pada setiap tahun pengamatan. Kondisi tersebut merupakan karakteristik umum metode regresi linear berganda yang menghasilkan estimasi berdasarkan hubungan terbaik (*best fit*) dari keseluruhan data pelatihan. Selain itu, perubahan luas lahan terpanen juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kondisi iklim, curah hujan, serangan organisme pengganggu tanaman, bencana alam, serta faktor teknis budidaya yang tidak dimasukkan sebagai variabel dalam model.

Berdasarkan Gambar (b), hasil prediksi produksi padi menunjukkan pola yang sangat mendekati data aktual. Penurunan produksi pada tahun 2019, peningkatan pada tahun 2020, serta perubahan produksi pada tahun-tahun berikutnya dapat diikuti dengan baik oleh model. Garis prediksi terlihat hampir berhimpit dengan garis data aktual pada sebagian besar periode pengamatan, sehingga menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam menggambarkan perubahan produksi padi di Kecamatan Rambipuji. Meskipun pada Tahap 1 masih terdapat beberapa penyimpangan antara data aktual dan data prediksi, pada Tahap 2 hasil prediksi justru terlihat lebih mendekati data aktual. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara luas tanam, luas lahan terpanen, dan produksi padi di Kecamatan Rambipuji memiliki pola yang lebih konsisten sehingga model mampu menghasilkan estimasi produksi dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi. Selain itu, meskipun Tahap 2 menggunakan hasil prediksi Tahap 1 sebagai salah satu variabel masukan, propagasi kesalahan (*error propagation*) yang terjadi relatif kecil sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil prediksi produksi. Secara keseluruhan, kedua grafik menunjukkan bahwa model mampu mengikuti pola perubahan data historis dengan baik. Untuk mengetahui tingkat akurasi model dilakukan evaluasi menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE. Hasil evaluasi model disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil Evaluasi Model Kecamatan Rambipuji

Metrik	Hasil Tahap 1	Hasil Tahap 2
MAE	227,62	653,74
MSE	89.701,27	681.177,53
RMSE	299,50	825,33
MAPE	3.74%	1.71%

Berdasarkan Tabel 4.20, model Tahap 1 menghasilkan nilai MAE sebesar 227,62 ha, MSE sebesar 89.701,27, RMSE sebesar 299,50 ha, dan MAPE sebesar 3,74%. Sementara itu, model Tahap 2 menghasilkan nilai MAE sebesar 653,74 ton, MSE sebesar 681.177,53, RMSE sebesar 825,33 ton, dan MAPE sebesar 1,71%. Perbedaan nilai MAE, MSE, dan RMSE antara kedua tahap dipengaruhi oleh

perbedaan skala variabel yang diprediksi, yaitu luas lahan terpanen dalam satuan hektar pada Tahap 1 dan produksi padi dalam satuan ton pada Tahap 2.

Berbeda dengan sebagian besar kecamatan lainnya, nilai MAPE pada Tahap 2 (1,71%) lebih rendah dibandingkan Tahap 1 (3,74%). Hal ini menunjukkan bahwa model Tahap 2 memiliki tingkat kesalahan relatif yang lebih kecil sehingga mampu menghasilkan prediksi produksi padi dengan akurasi yang lebih tinggi. Hasil tersebut juga sesuai dengan visualisasi pada Gambar 4.15, dimana garis prediksi Tahap 2 terlihat lebih mendekati data aktual dibandingkan Tahap 1. Kondisi ini mengindikasikan bahwa hubungan antara luas tanam, luas lahan terpanen, dan produksi padi di Kecamatan Rambipuji lebih stabil dan linear, sehingga model regresi linear berganda dapat mempelajari pola hubungan antarvariabel dengan lebih baik. Karena nilai MAPE pada kedua tahap berada di bawah 10%, maka kedua model termasuk dalam kategori sangat baik dan layak digunakan untuk memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi di Kecamatan Rambipuji.

g. Kesimpulan Analisis Hasil Prediksi Berdasarkan Kecamatan

Berdasarkan hasil analisis pada enam kecamatan, yaitu Bangsalsari, Jenggawah, Jombang, Kencong, Panti, dan Rambipuji, dapat disimpulkan bahwa model regresi linear berganda yang dibangun mampu menghasilkan prediksi luas lahan terpanen dan produksi padi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh hasil visualisasi yang memperlihatkan bahwa pola data prediksi secara umum mampu mengikuti tren perubahan data aktual pada masing-masing kecamatan, meskipun pada beberapa tahun masih terdapat selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi. Perbedaan tersebut umumnya terjadi pada tahun-tahun yang mengalami perubahan data secara signifikan, sehingga model regresi linear berganda yang bekerja berdasarkan hubungan linear antarvariabel belum mampu menangkap seluruh variasi yang terjadi. Selain itu, luas lahan terpanen dan produksi padi dipengaruhi oleh berbagai faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model, seperti kondisi iklim, curah hujan, produktivitas tanaman, kesuburan tanah, penggunaan benih, pemupukan, serangan hama dan penyakit, serta faktor teknis

budidaya. Pada Tahap 2, perbedaan hasil prediksi juga dipengaruhi oleh penggunaan hasil prediksi Tahap 1 sebagai salah satu variabel masukan, sehingga memungkinkan terjadinya propagasi kesalahan (*error propagation*). Namun, berdasarkan hasil analisis, propagasi kesalahan tersebut tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kemampuan model dalam menghasilkan prediksi.

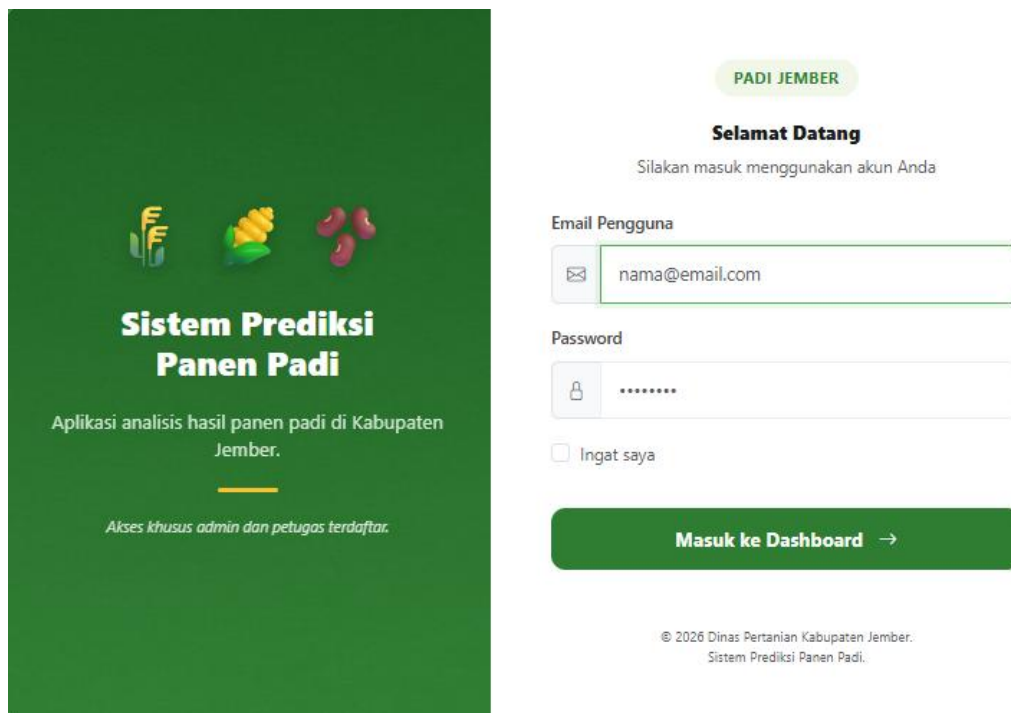
Hasil evaluasi menggunakan metrik MAE, MSE, RMSE, dan MAPE menunjukkan bahwa seluruh kecamatan memiliki nilai MAPE yang berada pada kategori sangat baik, baik pada Tahap 1 maupun Tahap 2. Pada Tahap 1, nilai MAPE berkisar antara 1,15% hingga 4,88%, sedangkan pada Tahap 2 berkisar antara 1,71% hingga 6,32%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kesalahan prediksi masih berada jauh di bawah 10%, sehingga model memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memprediksi luas lahan terpanen maupun produksi padi. Secara keseluruhan, hasil visualisasi dan evaluasi menunjukkan bahwa model regresi linear berganda mampu merepresentasikan hubungan antara luas tanam, luas lahan terpanen, dan produksi padi dengan baik pada seluruh kecamatan yang dianalisis. Dengan demikian, model yang dibangun dinilai layak digunakan sebagai alat bantu dalam memperkirakan luas lahan terpanen dan produksi padi di Kabupaten Jember, serta dapat menjadi pendukung dalam proses pengambilan keputusan terkait perencanaan sektor pertanian.

4.3.6 Implementasi Sistem

Pada tahap ini, peneliti akan menampilkan hasil dari perancangan sistem prediksi hasil panen padi dengan metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember. Implementasi ini mencakup perwujudan antarmuka *web* yang dibangun menggunakan *Laravel* serta proses pengolahan data menggunakan *Python*.

a. Implementasi Login

Implementasi sistem diawali dengan halaman autentikasi (*login*) yang berfungsi untuk memverifikasi identitas pengguna sebelum dapat mengakses seluruh fitur yang tersedia pada sistem. Halaman Login dapat dilihat pada Gambar 4.16.

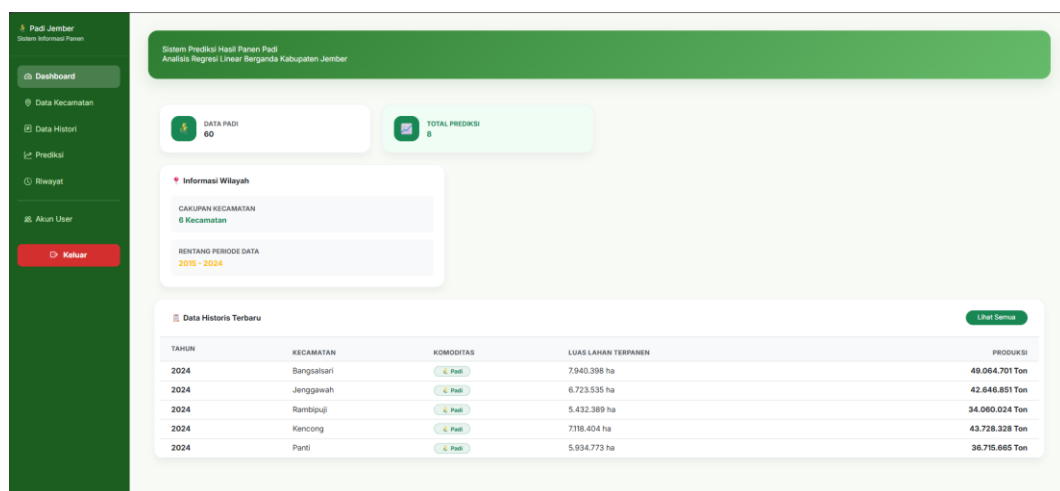


Gambar 4. 16 Tampilan Login

Berdasarkan Gambar 4.16, halaman login merupakan halaman awal yang ditampilkan ketika pengguna mengakses sistem. Halaman ini berfungsi sebagai mekanisme autentikasi untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki akun terdaftar yang dapat mengakses sistem. Pengguna diwajibkan memasukkan email dan password yang telah terdaftar pada basis data, kemudian menekan tombol Masuk ke Dashboard untuk melakukan proses autentikasi. Apabila data yang dimasukkan sesuai dengan data pengguna yang tersimpan pada sistem, pengguna akan diarahkan ke halaman dashboard sebagai halaman utama aplikasi. Sebaliknya, apabila email atau password yang dimasukkan tidak sesuai, sistem akan menampilkan pesan kesalahan sehingga pengguna dapat melakukan login kembali dengan data yang benar. Mekanisme autentikasi ini diterapkan untuk menjaga keamanan data serta membatasi akses terhadap fitur-fitur sistem hanya kepada pengguna yang berwenang.

b. Implementasi Dashboard

Setelah pengguna berhasil melakukan proses autentikasi melalui halaman login, sistem akan mengarahkan pengguna ke halaman Dashboard. Halaman ini berfungsi sebagai halaman utama yang menyajikan ringkasan informasi mengenai data yang tersimpan pada sistem. Selain menjadi pusat informasi, dashboard juga memudahkan pengguna dalam memperoleh gambaran umum mengenai jumlah data historis, jumlah riwayat prediksi, cakupan wilayah penelitian, serta data historis terbaru sebelum menggunakan fitur-fitur lain yang tersedia pada sistem. Halaman Dashboard dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Tampilan Dashboard

Berdasarkan Gambar 4.17, halaman dashboard menampilkan ringkasan informasi berupa jumlah data historis padi, jumlah riwayat prediksi, informasi cakupan wilayah penelitian, serta periode data historis yang digunakan, yaitu tahun 2015–2024. Selain itu, halaman ini juga menampilkan tabel data historis terbaru yang berisi informasi tahun, kecamatan, komoditas, luas lahan terpanen, dan produksi. Dashboard dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memperoleh informasi secara cepat sebelum mengakses menu lainnya pada sistem.

c. Implementasi Data Kecamatan

Halaman Data Kecamatan digunakan untuk mengelola data kecamatan yang menjadi cakupan wilayah penelitian. Melalui halaman ini, pengguna dapat

menambahkan maupun menghapus data kecamatan yang akan digunakan dalam pengelolaan data historis dan proses prediksi hasil panen padi. Halaman Data Kecamatan dapat dilihat pada Gambar 4.18.

NO	NAMA KECAMATAN	AKSI
1	Bangsalari	[X]
2	Jenggawah	[X]
3	Jombang	[X]
4	Kencong	[X]
5	Pantli	[X]
6	Rambipuji	[X]

Gambar 4. 18 Tampilan Data Kecamatan

Berdasarkan Gambar 4.18, halaman Data Kecamatan terdiri atas dua bagian. Bagian sebelah kiri merupakan formulir untuk menambahkan data kecamatan baru dengan mengisi nama kecamatan, kemudian menyimpannya melalui tombol Simpan Kecamatan. Sementara itu, bagian sebelah kanan menampilkan daftar kecamatan yang telah tersimpan pada sistem beserta nomor urut dan nama kecamatan. Selain itu, tersedia tombol hapus pada setiap baris data yang dapat digunakan untuk menghapus data kecamatan apabila sudah tidak diperlukan. Halaman ini memudahkan pengguna dalam mengelola data wilayah yang digunakan pada sistem prediksi hasil panen padi.

d. Implementasi Data Historis

Halaman Data Historis digunakan untuk mengelola data historis hasil panen padi yang menjadi dasar dalam pembentukan model Regresi Linear Berganda. Melalui halaman ini, pengguna dapat melihat, menambahkan, mengubah, menghapus, serta mengimpor data historis dari file Microsoft Excel ke dalam sistem. Halaman Data Historis dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Sistem Prediksi Hasil Panen Padi
Analisis Regresi Linear Berganda Kabupaten Jember

Data Histori Padi
Rakor database produksi pertanian Kabupaten Jember

Import Excel Tambah Data

NO	TAHUN	KECAMATAN	KOMODITAS	LUAS TANAM	LUAS LAHAN TERPANEN	PRODUKSI	AKSI
1	2015	Kencong	Padi	5.995 ha	5.889.287 ha	38.712 Ton	[Edit] [Hapus]
2	2015	Jenggawah	Padi	6.973 ha	6.815.410 ha	41.461 Ton	[Edit] [Hapus]
3	2015	Rambipuji	Padi	7.896 ha	7.187.800 ha	42.788 Ton	[Edit] [Hapus]
4	2015	Jombang	Padi	7.807 ha	7.400.873 ha	47.412 Ton	[Edit] [Hapus]
5	2015	Panti	Padi	7.032 ha	6.873.077 ha	41.231 Ton	[Edit] [Hapus]
6	2015	Bangsalsari	Padi	8.800 ha	8.601.120 ha	52.477 Ton	[Edit] [Hapus]
7	2016	Kencong	Padi	7.329 ha	7.182.300 ha	40.212 Ton	[Edit] [Hapus]
8	2016	Jenggawah	Padi	7.020 ha	6.861.500 ha	41.221 Ton	[Edit] [Hapus]
9	2016	Rambipuji	Padi	6.746 ha	6.635.500 ha	41.452 Ton	[Edit] [Hapus]
10	2016	Jombang	Padi	7.033 ha	6.874.100 ha	43.711 Ton	[Edit] [Hapus]

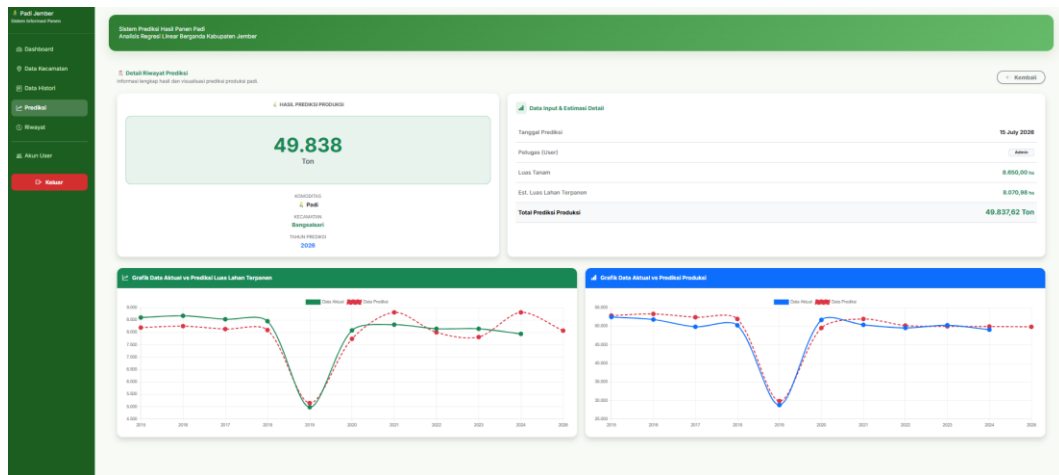
Showing 1 to 10 of 60 results

Gambar 4. 19 Tampilan Data Historis

Berdasarkan Gambar 4.19, halaman Data Historis menampilkan tabel yang berisi informasi tahun, kecamatan, komoditas, luas tanam, luas lahan terpanen, dan produksi. Pada bagian kanan atas tersedia tombol Import Excel untuk mengimpor data historis secara massal serta tombol Tambah Data untuk menambahkan data secara manual. Selain itu, pada setiap baris data terdapat tombol ubah dan hapus yang digunakan untuk mengelola data historis. Halaman ini memudahkan pengguna dalam melakukan pengelolaan data yang akan digunakan sebagai dasar proses prediksi hasil panen padi.

e. Implementasi Prediksi

Halaman Prediksi merupakan halaman utama yang digunakan untuk melakukan prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda. Pada halaman ini, pengguna dapat memasukkan data yang diperlukan sebagai masukan model, kemudian sistem akan menghitung dan menampilkan hasil prediksi beserta informasi pendukungnya. Halaman Prediksi dapat dilihat pada Gambar 4.20.

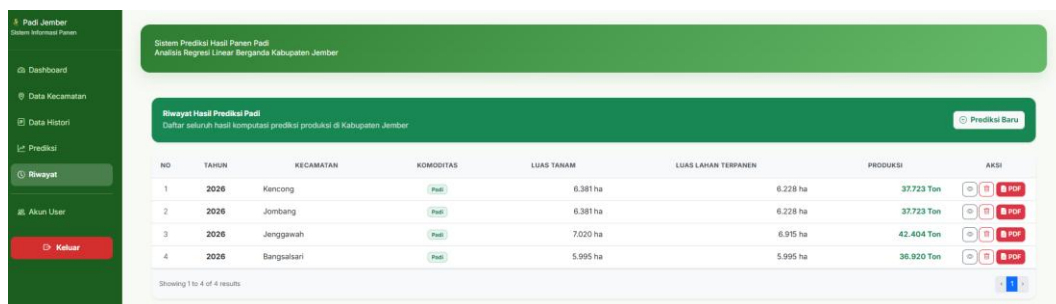


Gambar 4. 20 Tampilan Prediksi

Berdasarkan Gambar 4.20, halaman Prediksi terdiri atas dua bagian. Bagian sebelah kiri merupakan formulir yang digunakan untuk memasukkan tahun prediksi, kecamatan, komoditas, dan luas tanam (ha) sebagai data masukan. Setelah seluruh data diisi, pengguna dapat menekan tombol Hitung Prediksi untuk menjalankan proses prediksi. Selanjutnya, bagian sebelah kanan menampilkan hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem, meliputi nilai prediksi produksi, estimasi luas lahan terpanen, informasi komoditas, kecamatan, luas tanam, produksi terakhir, selisih hasil prediksi terhadap produksi terakhir, serta status apakah produksi diprediksi mengalami peningkatan atau penurunan. Selain itu, Sistem juga menyajikan dua grafik visualisasi untuk membantu pengguna memahami hasil prediksi secara lebih mudah. Grafik pertama memperlihatkan perbandingan antara data aktual dan data prediksi luas lahan terpanen, sedangkan grafik kedua menunjukkan perbandingan antara data aktual dan data prediksi produksi padi.. Dengan adanya visualisasi ini, pengguna dapat melihat apakah hasil prediksi mengikuti pola historis yang telah terjadi. Hasil prediksi tersebut dapat disimpan dan dicetak dalam bentuk laporan PDF melalui tombol Cetak PDF. Halaman ini memudahkan pengguna dalam melakukan prediksi hasil panen padi serta memperoleh informasi pendukung secara visual dan informatif.

f. Implementasi Riwayat Prediksi

Halaman Riwayat Prediksi digunakan untuk menyimpan dan menampilkan seluruh hasil prediksi yang telah dilakukan oleh pengguna. Halaman ini memudahkan pengguna dalam melihat kembali hasil prediksi sebelumnya tanpa harus melakukan proses perhitungan ulang. Halaman Riwayat Prediksi dapat dilihat pada Gambar 4.21.



NO	TAHUN	KECAMATAN	KOMODITAS	LUAS TANAM	LUAS LAHAN TERPANEN	PRODUKSI	AKSI
1	2026	Kencong	Padi	6.381 ha	6.228 ha	37.723 Ton	Detail Cetak PDF Hapus
2	2026	Jombang	Padi	6.381 ha	6.228 ha	37.723 Ton	Detail Cetak PDF Hapus
3	2026	Jenggawah	Padi	7.020 ha	6.915 ha	42.404 Ton	Detail Cetak PDF Hapus
4	2026	Bangsalsari	Padi	5.995 ha	5.995 ha	36.920 Ton	Detail Cetak PDF Hapus

Showing 1 to 4 of 4 results

Gambar 4. 21 Tampilan Riwayat Prediksi

Berdasarkan Gambar 4.21, halaman Riwayat Prediksi menampilkan tabel yang berisi informasi hasil prediksi, meliputi tahun prediksi, kecamatan, komoditas, luas tanam, estimasi luas lahan terpanen, dan hasil prediksi produksi. Pada bagian kanan atas tersedia tombol Prediksi Baru yang digunakan untuk kembali ke halaman prediksi dan melakukan proses prediksi baru. Selain itu, pada setiap baris data terdapat tombol Detail, Cetak PDF, dan Hapus. Tombol Detail digunakan untuk menampilkan informasi lengkap hasil prediksi, tombol Cetak PDF digunakan untuk mengunduh laporan hasil prediksi dalam format PDF, sedangkan tombol Hapus digunakan untuk menghapus riwayat prediksi yang tidak diperlukan. Halaman ini memudahkan pengguna dalam mengelola serta mendokumentasikan seluruh hasil prediksi yang telah dihasilkan oleh sistem.

4.4 Testing

Pengujian sistem (*Testing*) dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dirancang dapat berjalan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan serta memberikan hasil prediksi yang akurat dengan perbandingan kedua metode. Dalam

penelitian ini, pengujian dibagi menjadi 2 tahap utama yaitu *Alpha Testing* dan *Beta Testing*

4.4.1 *Alpha Testing*

Alpha Testing dilakukan oleh pakar sistem untuk mengecek kelayakan teknis dan logika yang tertanam di sistem. Fokus pada pengujian ini yaitu, memastikan bahwa pemanggilan dari metode berjalan dengan lancar tanpa adanya *error* dan menghasilkan data prediksi yang konsisten. Menguji apakah hak akses *role* (admin atau pengguna) sudah berfungsi dengan benar. Berikut merupakan table fitur-fitur yang diuji.

Tabel 4. 21 Tabel pengujian *Alpha Testing* fitur login

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan (<i>Expected Result</i>)	Status
1	Input Email dan Password yang valid/terdaftar.	Sistem berhasil memvalidasi kredensial, membuat sesi aktif, dan mengarahkan ke halaman Dashboard.	Berhasil
2	Input Email yang tidak terdaftar dalam database.	Sistem menolak akses dan menampilkan pesan peringatan bahwa "Akun tidak ditemukan".	Berhasil
3	Input Email benar, namun Password salah.	Sistem menampilkan pesan kesalahan login terkait kata sandi yang tidak sesuai.	Berhasil
4	Membiarkan <i>field</i> Email dan Password kosong (<i>null</i>), lalu menekan Login.	Sistem menjalankan validasi <i>form</i> dan menampilkan notifikasi bahwa seluruh data wajib diisi.	Berhasil

Tabel 4. 22 Tabel pengujian *Alpha Testing* fitur Data Histori

No	Skenario Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan (<i>Expected Result</i>)	Status
1	Visualisasi Riwayat Data	Mengakses menu Data Histori untuk meninjau rekaman Padi.	Sistem memuat dan menampilkan daftar riwayat produksi/luas tanam Padi secara kronologis dan rapi.	Berhasil
2	Import Excel	Menginputkan Excel	Sistem berhasil melakukan validasi dan menyimpan data dari excel ke dalam database.	Berhasil
3	Input Data Histori Baru	Mengisi formulir data histori (Tahun, Kecamatan, Komoditas, Luas Tanam, Luas Lahan Terpanen, dan Produksi)	Sistem berhasil melakukan validasi, menyimpan record baru ke database, dan memperbarui daftar riwayat secara otomatis.	Berhasil
4	Validasi <i>Mandatory Field</i>	Membiarkan salah satu kolom (misal: Tahun atau Jumlah) kosong, lalu menekan tombol simpan.	Sistem menolak penyimpanan data dan menampilkan pesan peringatan: "Data wajib diisi secara lengkap".	Berhasil
5	Validasi Tipe Data (Numerik)	Memasukkan karakter huruf atau simbol pada kolom jumlah produksi/luas lahan.	Sistem memberikan peringatan bahwa input tersebut harus berupa angka (numerik) untuk mencegah <i>error</i> kalkulasi.	Berhasil

Tabel 4. 23 Tabel pengujian *Alpha Testing* fitur Prediksi

No	Skenario Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan (Expected Result)	Status
1	Eksekusi Prediksi Lengkap	Menginput parameter variabel bebas (X) secara lengkap, lalu menekan tombol "Proses".	Sistem menerima input, melakukan validasi data, dan memulai siklus komputasi metode.	Berhasil
2	Kalkulasi Regresi Linear	Menjalankan fungsi perhitungan estimasi produksi.	Sistem berhasil menghitung nilai prediksi produksi menggunakan rumus Regresi Linear Berganda secara presisi.	Berhasil
3	Validasi Kelengkapan Input	Mengosongkan salah satu variabel input Luas Lahan	Sistem menghentikan proses perhitungan dan menampilkan pesan: "Semua variabel input wajib diisi".	Berhasil
4	Visualisasi Output Akhir	Meninjau halaman hasil setelah proses komputasi selesai.	Sistem menyajikan output luas lahan terpanen, dan produksi.	Berhasil

Tabel 4. 24 Tabel pengujian *Alpha Testing* fitur Hasil Prediksi

No	Skenario Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan (Expected Result)	Status
1	Akses Daftar Prediksi	Membuka menu "Hasil Prediksi" untuk melihat riwayat perhitungan.	Sistem berhasil memuat dan menyajikan daftar seluruh riwayat prediksi yang telah diproses sebelumnya.	Berhasil
2	Integritas Atribut Data	Meninjau kelengkapan kolom pada tabel hasil prediksi.	Sistem menampilkan informasi komprehensif: Tanggal/Tahun, Kecamatan, Komoditas, Luas Tanam, Luas Lahan Terpanen, dan Nilai Produksi.	Berhasil
3	Detail Informasi Prediksi	Memilih salah satu baris data untuk melihat rincian lebih dalam.	Sistem membuka halaman detail yang menyajikan parameter input secara mendalam beserta interpretasi hasil klasifikasi.	Berhasil

Berdasarkan table pengujian fungsionalitas yang telah dilakukan pada keseluruhan fitur, diperoleh hasil rekapitulasi sebagaimana tertera pada Tabel 4.25.

Tabel 4. 25 Rekapitulasi *Alpha Testing*

No	Fitur	Jumlah Skenario	Berhasil
1	Login	4	4
2	Data Histori	5	5
3	Prediksi	4	4
4	Hasil Prediksi	3	3
Total		16	16

Berdasarkan Tabel 4.25 tingkat keberhasilan fungsional sistem (*Success Rate*) dihitung menggunakan persamaan :

$$SR = \frac{Jumlah\ Skenario\ Berhasil}{Total\ Skenario} \times 100\%$$

$$SR = \frac{16}{16} \times 100\% = 100\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem prediksi hasil panen padi dengan metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember memiliki nilai efektivitas fungsional sebesar **100%**. Seluruh logika algoritma untuk pemanggilan *script* Python, validasi input, hingga penyimpanan ke dalam DBMS MySQL telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem. Dengan demikian, sistem dinyatakan siap untuk dilanjutkan ke tahap pengujian berikutnya, yaitu *User Acceptance Test* (UAT).

4.4.2 Beta Testing

Pengujian Beta Testing dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan sistem oleh pengguna akhir, ditinjau dari aspek kemudahan penggunaan, manfaat, serta tampilan antarmuka. Proses pengujian ini melibatkan praktisi dari Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan (DTPHP) Kabupaten Jember, dengan menggunakan instrumen kuesioner yang terdiri dari 13 pernyataan berbasis Skala Likert (1–5). Berdasarkan kuisisioner yang diisi oleh respon, berikut adalah hasil skornya :

Tabel 4. 26 Hasil penilaian responen

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1	Sistem prediksi hasil panen Padi mudah dioperasikan.				✓	
2	Tampilan antarmuka (<i>interface</i>) sistem			✓		

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
	menarik dan mudah dipahami.					
3	Proses login dan otentikasi akun pada sistem berjalan dengan lancar.				✓	
4	Visualisasi informasi pada dashboard menyajikan ringkasan data yang jelas.					✓
5	Sistem mampu menyajikan data kecamatan secara terstruktur dan informatif.				✓	
6	Proses penginputan data histori produksi mudah dilakukan tanpa hambatan.					✓
7	Mekanisme perhitungan prediksi hasil panen pada sistem berfungsi dengan akurat.					✓
8	Format penyajian hasil prediksi mudah diinterpretasikan oleh pengguna.					✓

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
9	Informasi pada halaman hasil prediksi sudah lengkap (mencakup seluruh variabel).				✓	
10	Fitur detail prediksi memberikan penjelasan yang mendalam mengenai hasil analisis.			✓		
11	Sistem efektif dalam membantu pengguna mengetahui estimasi produksi Padi.				✓	
12	Sistem prediksi ini memberikan manfaat nyata dalam membantu analisis hasil panen.				✓	
13	Secara keseluruhan, fungsi sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.					✓
Total Skor				58		

Dari Table 4.26 menunjukkan keterangan skala skor 1 Sangat Tidak Setuju (STS), skor 2 Tidak Setuju (TS), skor 3 Netral (N), skor 4 Setuju (S), dan skor 5 Sangat Tidak Setuju (SS). Untuk menentukan tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan, digunakan rumus persentase kelayakan sebagai berikut:

Total Skor ($\sum X$): 58

Total Skor Maksimum ($\sum X_{max}$) : 13 pernyataan x Skor Tertinggi (5) = 65

$$Presentase = \frac{\sum X}{\sum X_{max}} \times 100\% \text{ presentase} = \frac{58}{65} \times 100\% = 89,2\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, sistem mendapatkan presentase sebesar 89,2%. Merujuk pada kriteria kelayakan, angka ini masuk dalam kategori Sangat Layak. Responden memberikan penilaian maksimal (skor 5) pada beberapa aspek, seperti visualisasi dashboard, proses input data historis, ketepatan mekanisme prediksi, serta penyajian hasil. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode Regresi Linear dalam sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi yang relevan dan mudah dipahami oleh pihak dinas terkait. Sementara itu, nilai terendah (skor 3) diberikan pada aspek tampilan antarmuka, yang dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi dan pengembangan pada penelitian selanjutnya.

4.5 *Maintenance*

Tahap pemeliharaan merupakan bagian penting yang dilakukan setelah sistem diimplementasikan secara resmi, dengan tujuan menjaga keberlangsungan serta keandalan operasional aplikasi di masa mendatang. Kegiatan pemeliharaan ini meliputi tindakan korektif untuk menangani kesalahan teknis atau *bug* yang muncul setelah sistem digunakan, serta pemeliharaan adaptif yang bertujuan menyesuaikan sistem dengan perkembangan teknologi maupun perubahan kebijakan pelaporan data pertanian di Kabupaten Jember.

Selain itu, terdapat pemeliharaan perfektif yang difokuskan pada peningkatan kinerja Regresi Linear Berganda berdasarkan masukan dari pengguna, khususnya dalam aspek kualitas visualisasi dan kecepatan respons sistem. Pemeliharaan preventif juga dilakukan melalui pembersihan data secara rutin serta pengelolaan proses pencadangan (*backup*) basis data, guna mengantisipasi kerusakan sistem dan memastikan integritas data historis panen tetap terjaga untuk kebutuhan prediksi di masa mendatang.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Padi Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda di Kabupaten Jember, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Telah dirancang prediksi hasil panen padi menggunakan metode Regresi Linear Berganda menggunakan variabel Luas Tanam, Luas Lahan Terpanen dan Produksi.
- b. Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson, diperoleh bahwa variabel yang memiliki hubungan paling kuat terhadap hasil panen padi adalah Luas Tanam (ha), Luas Lahan Terpanen (ha), dan Produksi (ton) dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut sebesar 0,9481, 0,9279, dan 0,9573. Oleh karena itu, ketiga variabel tersebut dipilih sebagai parameter dalam pembentukan model Tahap 1 menggunakan variabel Luas Tanam (ha) untuk memprediksi Luas Lahan Terpanen (ha), dan Tahap 2 menggunakan variabel Luas Tanam (ha) dan hasil prediksi Luas Lahan Terpanen (ha) untuk memprediksi Produksi (ton).
- c. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa metode Regresi Linear Berganda mampu memberikan performa prediksi yang baik. Pada Model Regresi Tahap 1 diperoleh nilai R^2 sebesar 0,8883, MAE sebesar 211,8517 ha, MSE sebesar 64.515,9753 ha², RMSE sebesar 254,0000 ha, dan MAPE sebesar 2,89%. Sementara itu, pada Model Regresi Tahap 2 diperoleh nilai R^2 sebesar 0,7976, MAE sebesar 1.698,8448 ton, MSE sebesar 5.701.727,2667 ton², RMSE sebesar 2.387,8290 ton, dan MAPE sebesar 4,23%. Nilai MAPE pada kedua model berada di bawah 10%, sehingga berdasarkan kriteria interpretasi MAPE, model memiliki tingkat akurasi prediksi yang sangat baik. Dengan demikian, metode Regresi Linear Berganda layak digunakan sebagai pendekatan dalam memprediksi hasil panen padi di Kabupaten Jember

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu :

- a. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data historis dengan periode yang lebih panjang serta menambahkan variabel yang berpotensi memengaruhi hasil panen, seperti jenis tanah, penggunaan pupuk, atau serangan hama, sehingga diharapkan dapat meningkatkan akurasi model prediksi.
- b. Sistem yang telah dikembangkan dapat disempurnakan dengan menambahkan fitur visualisasi data yang lebih interaktif, integrasi dengan basis data yang diperbarui secara berkala, serta kemampuan prediksi untuk lebih banyak komoditas pertanian sehingga dapat dimanfaatkan secara lebih luas oleh instansi terkait.
- c. Sistem dapat dikembangkan lebih luas tidak hanya mencakup tingkat kecamatan, tetapi hingga ke tingkat desa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi putra, c., pratama, r., sutabri, t., jenderal yani no, j. a., & selatan, s. (2023). *analisis manfaat machine learning pada next-generation firewall sophos xg 330 dalam mengatasi serangan sql injection*.
<https://doi.org/10.36595/misi.v5i2>
- Adin musababa, m. (2024). implementasi algoritma linear regression untuk prediksi produksi tanaman padi di kabupaten grobogan. *data sciences indonesia (dsi)*, 3(2), 68–78. <https://doi.org/10.47709/dsi.v3i2.3118>
- Adrian, m. i., & laksana, e. a. (2025). optimalisasi parameter support vector machine dengan algoritma pso untuk tugas klasifikasi sentimen ulasan imdb. *jurnal algoritma*, 22(1), 288–299. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-1.2306>
- Agung, a., daniswara, a., kadek, i., & nuryana, d. (2023). data preprocessing pola pada penilaian mahasiswa program profesi guru. *journal of informatics and computer science*, 05.
- Amansyah, i., indra, j., nurlaelasari, e., & juwita, a. (2024). *prediksi penjualan kendaraan menggunakan regresi linear studi kasus pada industri otomotif diindonesi*.
- Arief, m., & siregar, r. (2023). *peningkatan produktivitas tanaman padi melalui penerapan teknologi pertanian terkini*.
- Badan pusat statistik kabupaten jember. (2025). *luas panen dan produksi padi di kabupaten jember 2024 (angka tetap)*.
- Fahmi, m. n. (2023). implementasi mechine learning menggunakan python library : scikit-learn (supervised dan unsupervised learning). *sains data jurnal studi matematika dan teknologi*, 1(2), 87–96.
<https://doi.org/10.52620/sainsdata.v1i2.31>
- Faruqziddan, m., herdika septa aulia, e., dini azzahra, s., ristyawan, a., & daniati, e. (2024). prosiding semnas inotek (seminar nasional inovasi teknologi) 63. dalam *agustus* (vol. 8). online.

- Gori, t., sunyoto, a., & al fatta, h. (2024). preprocessing data dan klasifikasi untuk prediksi kinerja akademik siswa. *jurnal teknologi informasi dan ilmu komputer*, 11(1), 215–224.
<https://doi.org/10.25126/jtiik.20241118074>
- Hermanto, k., salim, d., wu, b., salim, o., & gunandi, r. (2022). *penggunaan python untuk menganalisis pola penyebaran covid*.
- Hermawansyah, w., & kusmara, e. (2022). perancangan desain user interface & user experience pada website epic tour dengan menggunakan metode user centered design (ucd). dalam *science, and technologies journal* (vol. 12, nomor 2).
- Kollied anwar, s., priyanto, a., & ramdani, c. (2021). sistem pendukung keputusan pemilihan objek wisata menggunakan metode ahp. dalam *jurnal sains komputer & informatika (j-sakti)* (vol. 5, nomor 1).
- Masganti, m., abduh, a. m., rina d., y., alwi, m., noor, m., & agustina, r. (2023). pengelolaan lahan dan tanaman padi di lahan salin. *jurnal sumberdaya lahan*, 16(2), 83. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v16n2.2022.83-95>
- Nailendra, s. y., witanti, w., & abdillah, g. (2025). optimasi prediksi penjualan retail online menggunakan lightgbm dan hyperparameter tuning. *jurnal algoritma*, 22(2). <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.2551>
- Nasikah, d., & yuliyanto, i. (2022). peran kinerja dinas perdagangan kota metro dalam rangka mewujudkan program penguatan pasar di bidang industri kecil dan menengah. dalam *jurnal manajemen diversifikasi* (vol. 2, nomor 1).
- Nawangsih, i., melani, i., fauziah, s., & artikel, a. i. (2021). pelita teknologi prediksi pengangkatan karyawan dengan metode algoritma c5.0 (studi kasus pt. mataram cakra buana agung. *jurnal pelita teknologi*, 16(2), 24–33.
- Nurhalizah, r. s., ardianto, r., & purwono, p. (2024). analisis supervised dan unsupervised learning pada machine learning: systematic literature review. *jurnal ilmu komputer dan informatika*, 4(1), 61–72.
<https://doi.org/10.54082/jiki.168>
- Pangestu, a., & iswahyudi, r. t. (2025). *pengaruh data preprocessing terhadap performa regresi linier dalam prediksi saham*.
<https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v9i2>
- Pannadhitthana candra, a. (2025). *analisis data menggunakan python: memperkenalkan pandas dan numpy*. 3(1), 11–16.

- Prasetyo, a., salahuddin, & amirullah. (2021). prediksi produksi kelapa sawit menggunakan metode regresi linier berganda. *multimedia & jaringan*, 6(2).
- Prasetyo, r. (2021). *penggunaan website sebagai sarana evaluasi kegiatan akademik siswa di sma negeri 1 pungur lampung tengah*.
- Putra, f., tahiyat, h. f., ihsan, r. m., rahmadden, r., & efrizoni, l. (2024). penerapan algoritma k-nearest neighbor menggunakan wrapper sebagai preprocessing untuk penentuan keterangan berat badan manusia. *malcom: indonesian journal of machine learning and computer science*, 4(1), 273–281.
<https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.1085>
- Rahman akbar, m., zurfadly, a., & apriani, m. (2025). perancangan database elite hotel tembilahan menggunakan erd (entity relationship diagram). *jurnal sistem informasi (teknofile)*, 3, 105–117.
- Rahman, s., sembiring, a., siregar, d., khair, h., prahmana, g., puspadini, r., & zen, m. (2023). *python : dasar dan pemrograman berorientasi objek tahta media group*.
- Ramadhan, y. a., faqih, a., & dwilestari, g. (2023). jurnal informatika terpadu prediksi penjualan handphone di toko x menggunakan algoritma regresi linear. *jurnal informatika terpadu*, 9(1), 40–44.
<https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jit>
- Ramadhani, i., saputra, m. a., salsabilla, r. n., hakim, w. r., al'hadid, y., & fitriah, f. (2025). pengenalan pemrograman python bagi siswa smp negeri 04 kota bengkulu sebagai upaya meningkatkan literasi digital. *mestaka: jurnal pengabdian kepada masyarakat*, 4(4), 413–421.
<https://doi.org/10.58184/mestaka.v4i4.733>
- Reza athallah, m., & fauzan rozi, a. (2022). implementasi data mining untuk prediksi peramalan penjualan produk hj karpet menggunakan metode linear regression. *jurnal sains dan teknologi (jsit)*, 2(3), 180–187.
<https://doi.org/10.47233/jsit.v2i3>
- Sa'diah, m. h., & mujiyono, s. (2026). prediksi hasil panen padi berdasarkan data cuaca dan tanah menggunakan metode regresi linear berganda. *jurnal algoritma*, 23(1). <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.23-1.3306>
- Sahputra, s., sembiring, d. c., sipayung, i. h., & barus, e. s. (2024). analisis prediksi hasil produksi tanaman cabai menggunakan metode multi linier regresi. *jurnal teknik informasi dan komputer (tekinkom)*, 7(2), 619.
<https://doi.org/10.37600/tekinkom.v7i2.1512>

- Salahuddin, khadafi, m., huzeini, & davi, m. (2022). *rancang bangun aplikasi machine learning prediksi hasil panen buah pinang (areca catechu) menggunakan metode regresi linier berganda*.
- Sanjaya, k. d. (2024). *prediksi harga rumah dengan metode regresi linear dan support vector regression di daerah tebet jakarta selatan* (vol. 19, nomor 2). versi cetak.
- Seran, m. k. b., tedy, f., samane, a. n., batarius, p., nani, p. a., & sinlae, a. a. j. (2024). *analisis data pertanian tanaman pangan untuk memprediksi hasil panen di kabupaten malaka menggunakan metode multiple linear regression* (vol. 4, nomor 1).
- Simon hardianto raharusun, o., prediksi produksi beras, s., hasibuan, a., kunci-sistem prediksi, k., beras, p., linear berganda, r., & pangan, k. (2024). sistem prediksi produksi beras menggunakan multiple linear regression untuk optimalisasi ketahanan pangan di kabupaten minahasa. *jointer-journal of informatics engineering*, 05(02).
- Siswo, a., yohanni, s., & milda, y. (2022). *prediksi peningkatan omset penjualan menggunakan metode regresi linear berganda*.
- Sya'adah, a. (2024). prediksi penyakit jantung dengan random forest melalui teknik imputasi dan feature scaling pada preprocessing data. dalam *jurnal sikom (sistem informasi komputer)* (vol. 1, nomor 1).
- Yoza mandela, r., & sohiron. (2026). *pemanfaatan flowchart dalam peningkatan kinerja organisasi pendidikan*. 11(2).
<https://doi.org/10.34125/jmp.v11i2.1728>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin untuk Bankes Bangpol Kabupaten Jember

Kode Dokumen : FR-AUK-024
Revisi : 0



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI**
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68121 Telp. (0331) 333532-34
Email : politeknik@polije.ac.id Website : <https://www.polije.ac.id>

Nomor : **11158** / PL17 / PP / 2025
Perihal : **Permohonan Ijin Survei dan Pengambilan Data** **08 JUL 2025**

Kepada Yth.
Ka. Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Jember
Jl. Letjen S. Parman No.89, Tegal Boto Kidul, Karangrejo, Kec. Sumbersari,
Kabupaten Jember, Jawa Timur
Di
Tempat

Dalam rangka penyelenggaraan pendidikan Politeknik Negeri Jember yang berorientasi pada pendidikan profesional, mahasiswa wajib melaksanakan Tugas Akhir / Skripsi sebagai salah satu syarat kelulusan.

Sehubungan dengan hal tersebut mohon Bapak / Ibu berkenan mengizinkan mahasiswa kami dari **Program Studi Sarjana Terapan - Teknik Informatika** melakukan survei guna mendapatkan data dan informasi yang kompeten sesuai dengan bidang kajiannya di Instansi / perusahaan yang Bapak / Ibu pimpin.

Adapun mahasiswa yang dimaksud adalah :

Nama Mahasiswa	NIM	Judul Skripsi
Umi Aliya Ayu Adhiba	E41220016	Perancangan Sitem Prediksi Hasil Panen Pajale (Padi, Jagung dan Kedelai) Menggunakan Algoritma C4.5 dan Regresi linear Berganda di Kabupaten Jember

Konfirmasi kesediaan Bapak/Ibu untuk menerima ijin survey mahasiswa kami dapat disampaikan pada **Sdra. Hermawan Arief Putranto, ST., MT.** dengan no Hp. 081252465655 selaku Koordinator Bidang Tugas Akhir/Skripsi Program Studi Sarjana Terapan - Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember.

Demikian atas kebijakan dan kerjasama yang baik dari Bapak/Ibu dalam turut serta menunjang peningkatan keterampilan anak didik kami, diucapkan terima kasih.



Direktur
Direktur Bidang Akademik
Hermawan Arief Putranto, S.Kom, M.Kom
NIP. 197907032003121001

Smart, Innovative, Professional 

Lampiran 2 Surat Izin dari Bankes Bangpol untuk Dinas Pertanian Kabupaten Jember

210725.14.18

J-KREP - JEMBER KESBANGPOL REKOMENDASI PENELITIAN - BAKESBANGPOL - KABUPATEN JEMBER

PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
 Jalan Letjen S Parman No. 89 Telp. 337853 Jember

Kepada
 Yth. Sdr. Kepala Dinas Tanaman Pangan
 Hortikultura dan Perkebunan
 Kabupaten Jember
 di -
 Jember

SURAT REKOMENDASI
 Nomor : 074/2515/415/2025

Tentang
SURVEY / PENGAMBILAN DATA

Dasar : 1. Permendagri RI Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Permendagri RI Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian
 2. Peraturan Bupati Jember No. 46 Tahun 2014 tentang Pedoman Penerbitan Surat Rekomendasi Penelitian Kabupaten Jember

Memperhatikan : Surat Politeknik Negeri Jember, 10 Juli 2025, Nomor: 11158, Perihal: permohonan ijin survei dan pengambilan data

MEREKOMENDASIKAN

Nama : Umi Aliya Ayu Adhiba
 NIM : 3509126101040003/E41220016
 Daftar Tim : -
 Instansi : Politeknik Negeri Jember/Teknologi Informasi/Teknik Informatika
 Alamat : Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68121
 Keperluan : Melaksanakan kegiatan survey / pengambilan data dengan judul/terkait Perancangan Sistem Prediksi Hasil Panen Pajale (Padi, Jagung, dan Kedelai) Menggunakan Algoritma C4.5 dan Regresi Linear Bercanda di Kabupaten Jember
 Lokasi : Kantor Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Jember
 Waktu Kegiatan : 10 Juli 2025 s/d 10 Oktober 2025

Apabila tidak bertentangan dengan kewenangan dan ketentuan yang berlaku, diharapkan Saudara memberi bantuan tempat dan atau data seperlunya untuk kegiatan dimaksud.

1. Kegiatan dimaksud benar-benar untuk kepentingan Pendidikan.
2. Tidak dibenarkan melakukan aktivitas politik.
3. Apabila situasi dan kondisi wilayah tidak memungkinkan akan dilakukan penghentian kegiatan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terimakasih.

Ditetapkan di : Jember
 Tanggal : 11 Juli 2025
SEKRETARIS BAKESBANG DAN POLITIK
KABUPATEN JEMBER
 Ditandatangani secara elektronik

 j-krep.jemberkab.go.id
DENDHY RADIANT, S.STP
 PENATA TK. I
 NIP. 19811220 200012 1 001

1/2

Lampiran 3 Wawancara dan pengambilan data di Dinas Pertanian Kabupaten Jember

Wawancara dan pengambilan data dilaksanakan di Dinas Tanaman Pangan Hortikultura Kabupaten Jember. Wawancara dilaksanakan tepat pada tanggal 19 September 2025 dengan bapak Luhur Prayoga, SP., MP. selaku kepala bidang tanaman pangan. Dan pengambilan data dengan bapak Sudiyono selaku staf tanaman pangan.



Lampiran 4 Tabel Wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah sebelumnya dinas pertanian sudah memiliki sistem untuk memprediksi hasil panen Padi?	Belum

2	Apakah dari dinas Berkenan pertanian berkenan apabila saya membuat sistem prediksi panen Padi?	
3	Data apa saja yang dicatat terkait hasil panen Padi?	Data yang dicatat setiap kecamatan yaitu hasil produksi.
4	Apakah tersedia data historis dalam beberapa tahun terakhir?	Tersedia dalam 10 tahun terakhir.
5	Dalam format apa data tersebut disimpan?	Data disimpan dalam format excel.
6	Faktor apa saja yang mempengaruhi hasil panen Padi menurut Dinas Pertanian?	Faktor yang sangat mempengaruhi yaitu luas tanam.
7	Faktor mana yang paling dominan mempengaruhi hasil panen?	Luas tanam dengan angka lebih berpengaruh terhadap hasil produksi, karena semakin luas tanam semakin besar hasil produksi nya.

Lampiran 5 Pengujian ke pakar sistem dinas

Pengujian ke pakar sistem dinas dilaksanakan di Dinas Tanaman Pangan Hortikultura Kabupaten Jember. Pengujian dilaksanakan tepat pada tanggal 01 April 2026 dengan bapak Fandi Rahman Hakim, S.Kom selaku Penata Komputer Dinas Tanaman Pangan Hortikultura.



Lampiran 6 Tabel Pengujian Pakar Sistem

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

Tabel Skenario Pengujian Alpha Testing (Pakar Sistem)

Nama : FANKY RAHMAN HAKIM, S.Kom
Pekerjaan / Jabatan : MANAJA KOMPUTER AHLI PERTAMA
Instansi : DPHIN
Keahlian / Bidang : IT
Tanggal Pengujian : 15 Juni 2026

1. Pengujian fitur login

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan (Expected Result)	Status
1	Input Email dan Password yang valid/terdaftar.	Sistem berhasil memvalidasi kredensial, membuat sesi aktif, dan mengarahkan ke halaman Dashboard.	Berhasil/Tidak
2	Input Email yang tidak terdaftar dalam database	Sistem menolak akses dan menampilkan pesan peringatan bahwa "Akun tidak ditemukan".	Berhasil/Tidak
3	Input Email benar, namun Password salah.	Sistem menampilkan pesan kesalahan login terkait kata sandi yang tidak sesuai.	Berhasil/Tidak
4	Membiarkan field Email dan Password kosong (null), lalu menekan Login	Sistem menjalankan validasi form dan menampilkan notifikasi bahwa seluruh data wajib diisi.	Berhasil/Tidak

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

2. Pengujian Fitur Data Histori

No	Skenario Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan (Expected Result)	Status
1	Visualisasi Riwayat Data	Mengakses menu Data Histori untuk meninjau rekaman Pajale.	Sistem memuat dan menampilkan daftar riwayat produksi/luas tanam Pajale secara kronologis dan rapi.	Berhasil/Tidak
2	Input Data Histori Baru	Mengisi formulir data historis (Komoditas, Tahun/Bulan, Jumlah Produksi) secara lengkap.	Sistem berhasil melakukan validasi, menyimpan record baru ke database, dan memperbarui daftar riwayat secara otomatis.	Berhasil/Tidak
3	Validasi Mandatory Field	Menibarkan salah satu kolom (misal: Tahun atau Jumlah) kosong, lalu menekan tombol simpan.	Sistem menolak penyimpanan data dan menampilkan pesan peringatan: "Data wajib diisi secara lengkap".	Berhasil/Tidak
4	Validasi Tipe Data (Numerik)	Memasukkan karakter huruf atau simbol pada kolom jumlah produksi/luas lahan.	Sistem memberikan peringatan bahwa input tersebut harus berupa angka (numerik) untuk mencegah error kalkulasi.	Berhasil/Tidak

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

3. Pengujian Fitur Prediksi

No	Skenario Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan (Expected Result)	Status
1	Ekssekusi Prediksi Lengkap	Menginput parameter variabel bebas (X) secara lengkap, lalu menekan tombol "Proses".	Sistem menerima input, melakukan validasi data, dan memulai siklus komputasi algoritma.	Berhasil/Tidak
2	Kalkulasi Regresi Linear	Menjalankan fungsi perhitungan estimasi produksi.	Sistem berhasil menghitung nilai prediksi produksi menggunakan rumus Regresi Linear Berganda secara presisi.	Berhasil/Tidak
3	Validasi Kelengkapan Input	Mengosongkan salah satu variabel input dalam modul (seperti Luas Lahan atau Curah Hujan).	Sistem menyajikan output luas tanam, produktivitas dan produksi.	Berhasil/Tidak
4	Visualisasi Output Akhir	Meninjau halaman hasil setelah proses komputasi selesai.	Sistem menghentikan proses perhitungan dan menampilkan pesan: "Semua variabel input wajib diisi".	Berhasil/Tidak

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

4. Pengujian Fitur Hasil Prediksi

No	Skenario Pengujian	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan (Expected Result)	Status
1	Akses Daftar Prediksi	Membuka menu "Hasil Prediksi" untuk melihat riwayat perhitungan.	Sistem berhasil memuat dan menyajikan daftar seluruh riwayat prediksi yang telah diproses sebelumnya.	Berhasil/Tidak
2	Integritas Atribut Data	Meninjau kelengkapan kolom pada tabel hasil prediksi.	Sistem menampilkan informasi komprehensif: Tanggal/Tahun, Kecamatan, Komoditas, Luas Tanam, Curah Hujan, Nilai Produksi.	Berhasil/Tidak
3	Detail Informasi Prediksi	Memilih salah satu baris data untuk melihat rincian lebih dalam.	Sistem membuka halaman detail yang menyajikan parameter input secara mendalam beserta interpretasi hasil klasifikasi.	Berhasil/Tidak

Jember, 15 Juni 2026

FANKY RAHMAN H. S. Kom

Lampiran 7 Validasi Sistem ke Dinas

Validasi ke dinas dilaksanakan di Dinas Tanaman Pangan Hortikultura Kabupaten Jember. Validasi dilaksanakan tepat pada tanggal 08 April 2026 dengan bapak Sudiyono selaku staff tanaman pangan,



Lampiran 8 Hasil Pengisian Kuisioner UAT

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

Pertanyaan Kuisioner User Acceptance Testing

Nama: SUDJOTO
Pekerjaan / Jurusan: Dag. dan Tm. Pangan
Instansi: D'PHP
Tanggal Pengisian: 5 April 2024

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1	Sistem prediksi hasil panen Jagala (Padu, Jagung, Kedelai) mudah dioperasikan.				✓	
2	Tampilan antarmuka (interface) sistem menarik dan mudah dipahami.			✓		
3	Proses login dan otentikasi akun pada sistem berjalan dengan lancar.				✓	
4	Visualisasi informasi pada dashboard menyajikan ringkasan data yang jelas.					✓
5	Sistem mampu menyajikan data keamanan secara terstruktur dan informatif.				✓	
6	Proses penginputan data histori produksi mudah dilakukan tanpa hambatan.					✓
7	Mekanisme perhitungan prediksi hasil panen pada sistem berfungsi dengan akurat.					✓
8	Formulir penyajian hasil prediksi mudah dimengerti oleh pengguna.					✓
9	Informasi pada halaman hasil prediksi sudah lengkap (mencakup seluruh variabel).				✓	
10	Fitur detail prediksi memberikan penjelasan yang mendalam mengenai hasil			✓		

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

No	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
11	Sistem efektif dalam membantu pengguna mengetahui estimasi produksi Jagala.				✓	
12	Sistem prediksi ini memberikan manfaat nyata dalam membantu analisis hasil panen.				✓	
13	Secara keseluruhan, fungsi sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna.					✓

Keterangan skala :

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju (STS)
2	Tidak Setuju (TS)
3	Netral (N)
4	Setuju (S)
5	Sangat Setuju (SS)

Jember, 5 April 2024
[Signature]
Sudjoto

