

**PREDIKSI RISIKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI
BERDASARKAN FAKTOR PENGASUHAN MENGGUNAKAN
METODE BAYESIAN NETWORK DI KECAMATAN
BABALAN KABUPATEN LANGKAT**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

SALSA LINANDAR

2209010099



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2026

**PREDIKSI RISIKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI
BERDASARKAN FAKTOR PENGASUHAN MENGGUNAKAN
METODE BAYESIAN NETWORK DI KECAMATAN
BABALAN KABUPATEN LANGKAT**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Sistem Informasi pada Fakultas
Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara**

SALSA LINANDAR

NPM. 2209010099

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

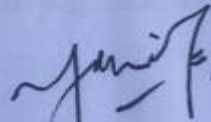
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : PREDIKSI RISKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI
BERDASARKAN FAKTOR PENGASUHAN
MENGUNAKAN METODE BAYESIAN NETWORK
DI KECAMATAN BABALAN KABUPATEN LANGKAT

Nama Mahasiswa : SALSA LINANDAR
NPM : 2209010099
Program Studi : SISTEM INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Yohanni Syahra, S.Si., M.Kom.)

NIDN. 0129108201

Ketua Program Studi



(Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom.)

NIDN. 0117088902

Dekan



(Dr. Al-Khobarizmi, S.Kom., M.Kom.)

NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORSINALITAS

**PREDISKI RISIKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI
BERDASARKANFAKTOR PENGASUHAN MENGGUNAKN METODE
BAYESIAN NETWORK DI KECAMATAN BABALAN KABUPATEN
LANGKAT**

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juni 2026
Yang membuat pernyataan



Salsa Linandar
Npm. 2209010099

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

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya

Bertanda tangan dibawah ini

Nama : Salsa Linandar

NPM : 2209010099

Program Studi : Sistem Informasi

Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Eksekutif Royalty Free Right*) atas penelitian saya yang berjudul:

**PREDIKSI RISIKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI BERDASARKAN
FAKTOR PENGASUHAN MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN
NETWORK DI KECAMATAN BABALAN KABUPATEN
LANGKAT**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpam, Mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan Mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap Mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau Sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Salsa Linandar
NPM. 2209010099

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Salsa Linandar
Tempat dan Tanggal Lahir: Medan, 09 Juni 2003
Alamat Rumah : JL TB Simatupang G Resmi LK I
Telepon/Faks/HP : 0895393671709
E-mail : linandarss09@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SDN 060915	TAMAT : 2014
SMP : SMPN 9 MEDAN	TAMAT : 2017
SMA : SMA BRIGJEND KATAMSO MEDAN	TAMAT : 2020

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat limpahan rahmat, hidayah dan karunianya, penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “PREDIKSI RISIKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI BERDASARKAN FAKTOR PENGASUHAN MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN NETWORK DI KECAMATAN BABALAN, KABUPATEN LANGKAT”. Skripsi ini adalah salah satu dari beberapa persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi S1 Sistem Informasi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Dr. Firaahmi Rizky, S.Kom., M.Kom. Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom. Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
5. Bapak Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom. Selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi informasi (FIKTI) UMSU.

6. Bapak Mulkan Azhari, S.Kom, M.Kom. Sekretaris Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi informasi (FIKTI) UMSU.
7. Ibu Yohanni Syahra, S.Si., M.Kom. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Panutanku Alm Bapak Agus Nandar, terima kasih atas semua perjuangan, cinta, dan doa yang selalu ayah berikan untuk penulis. Maaf karena penulis belum sempat membuat ayah bangga sepenuhnya saat ayah masih ada. Rasanya sangat sakit membayangkan hari wisuda nanti tanpa kehadiran ayah, terlebih ketika melihat teman-teman masih bisa dipeluk dan ditemani ayah mereka di hari bahagia itu, sementara penulis hanya bisa menahan rindu pada sosok yang paling ingin penulis lihat duduk di sana. Semoga ayah tenang di surga Allah SWT. Al-Fatihah untuk ayah tercinta.
9. Pintu surgaku, Ibu Samini Untuk ibu tercinta, terima kasih karena sudah bertahan dan berjuang demi penulis, meski hidup tidak selalu mudah setelah kepergian ayah. Terima kasih untuk setiap doa, air mata, dan pengorbanan yang ibu sembunyikan agar penulis tetap kuat menyelesaikan pendidikan ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk ibu, wanita hebat yang selalu menjadi rumah dan alasan penulis untuk terus bertahan sampai hari ini.
10. Dengan penuh rasa sayang, penulis juga mempersembahkan karya ini kepada saudara/i tercinta M. Sunandar, Wikarno Munandar dan Sulis Minandar Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, yang selalu memberi warna, dukungan, dan semangat, meskipun tidak selalu terucap secara langsung. Dalam diam, kehadiran kalian selalu menjadi

penguat di saat penulis merasa lelah dan hampir menyerah.

11. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh teman-teman seperjuangan selama masa perkuliahan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi. Kebersamaan dalam menghadapi berbagai tantangan akademik maupun nonakademik menjadi kenangan berharga yang turut mengantarkan penulis hingga tahap penyelesaian skripsi ini. Semoga kesuksesan selalu menyertai kita semua.
12. Dan terakhir, untuk diri sendiri Salsa Linandar. Terima kasih karena sudah bertahan sejauh ini, bahkan ketika banyak hal terasa terlalu berat untuk dijalani sendirian. Terima kasih karena tetap memilih melangkah, meskipun sering kali harus menyimpan lelah, cemas, dan tangis tanpa banyak diketahui orang lain. Tidak semua perjuangan terlihat, tidak semua luka terucap, namun kamu tetap kuat dengan caramu sendiri. Maaf karena sering terlalu keras pada diri sendiri, sering merasa kurang, dan lupa bahwa kamu sudah berusaha sejauh ini. Padahal di balik semua itu, kamu adalah seseorang yang tidak pernah benar-benar menyerah, bahkan di titik terendah sekalipun. Hari ini, skripsi ini bukan hanya tentang hasil, tetapi tentang perjalanan panjang yang telah kamu lewati dalam diam. Terima kasih karena tidak berhenti, karena tetap percaya meskipun ragu, dan karena tetap berdiri meskipun lelah. Semoga sukses.

ABSTRAK

PREDIKSI RISIKO PENURUNAN HARGA JUAL PADI BERDASARKAN FAKTOR PENGASUHAN MENGGUNAKAN BAYESIAN NETWORK DI KECAMATAN BABALAN KABUPATEN LANGKAT

Abstrak

Penelitian ini memusatkan perhatian pada pengembangan model prediksi risiko penurunan harga jual padi di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat menggunakan metode Bayesian Network dan sistem berbasis web. Data penelitian diperoleh dari data harga jual padi, varietas padi, kadar air gabah, kadar lain, serta kondisi pasokan yang dikumpulkan dari tahun 2022–2025. Proses penelitian meliputi preprocessing data, penyusunan struktur Directed Acyclic Graph (DAG), perhitungan prior probability, Conditional Probability Table (CPT), Joint Probability Distribution (JPD), serta posterior probability untuk menghasilkan prediksi risiko penurunan harga padi. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor kadar air, kualitas gabah, varietas padi, dan kondisi pasokan memiliki pengaruh terhadap risiko penurunan harga jual padi. Metode Bayesian Network mampu menghasilkan prediksi probabilitas risiko secara terukur sehingga dapat membantu petani dalam pengambilan keputusan terkait pengasuhan dan penjualan hasil panen guna meminimalkan risiko kerugian akibat fluktuasi harga padi.

Kata kunci: Prediksi Harga Padi, Bayesian Network, Risiko Harga, Sistem Informasi, Data Mining.

ABSTRACT

PREDITION OF THE RISK OF RICE SELLING PRICE DECLINE BASED ON CULTIVATION FACTORS USING THE BAYESIAN NETWORK METHOD IN BABALAN DISTRICT, LANGKAT REGENCY

Abstract

This study focuses on developing a prediction model for the risk of rice selling price declines in Babalan District, Langkat Regency, using the Bayesian Network method and a web-based system. The research data was obtained from data on rice selling prices, rice varieties, grain moisture content, other content, and supply conditions collected from 2022–2025. The research process included data preprocessing, Directed Acyclic Graph (DAG) structure development, prior probability calculation, Conditional Probability Table (CPT), Joint Probability Distribution (JPD), and posterior probability to generate predictions of the risk of rice price declines. The system was developed using the PHP programming language and a MySQL database. The research results show that moisture content, grain quality, rice variety, and supply conditions influence the risk of declining rice selling prices. The Bayesian Network method is capable of generating measurable risk probability predictions, thus assisting farmers in making decisions regarding the care and sale of their harvests to minimize the risk of losses due to rice price fluctuations.

Keywords: Rice Price Prediction, Bayesian Network, Price Risk, Information Systems, Data Mining.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORSINALITAS	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI....	Error! Bookmark not defined.
AKADEMIS.....	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Ma salah	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3.Batasan Masalah	5
BAB II	7
LANDASAN TEORI	7
2.1Prediksi	7
2.2. Padi.....	7
2.3.Harga Padi dan Risiko Penurunan Harga	8
2.4. Faktor Pengasuhan Tanaman Padi	8
2.4.1.Pemilihan Varietas Unggul	9
2.4.2.Pengelolaan Tanah yang Baik	9
2.4.3.Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)	9
2.4.4. Pengelolaan Air yang Efisien.....	9
2.4.5.Waktu Panen	9
2.5. Data Mining	10
2.6. Bayesian Network	10
2.7. Kerangka Pemikiran Penelitian	13

2.8. Penelitian Terdahulu	16
BAB III.....	19
ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM.....	19
3.1. Analisa Sistem	19
3.2. Perancangan sistem	19
3.3. Analisis Kebutuhan Sistem	21
3.4. Perancangan Sistem.....	23
3.4.1. Use Case Diagram	23
3.4.2. Activity Diagram.....	24
3.4.3. Sequence Diagram	25
3.4.4. Class Diagram.....	26
3.5. Perancangan Struktur Database.....	27
3.6. Keterkaitan Sistem Dengan Studi Kasus.....	30
3.7. Perancangan Output Sistem.....	30
3.8. Lokasi dan Waktu Penelitian	31
3.9. Objek Penelitian	32
3.10. Analisa Permasalahan.....	32
3.11. Sumber dan Jenis Data	33
3.11.1. Sumber Data.....	33
3.11.2. Jenis Data	34
3.12. Alur Penelitian.....	35
3.13. Teknik Pengumpulan Data	36
3.14. Dataset Penelitian dan Kebutuhan Data	37
3.14.1. Dataset Penelitian.....	37
3.15. Kebutuhan Data	39
3.16. Variabel Penelitian.....	40
3.17. Analisis Data.....	40
3.17.1. Preprocessing Data.....	40
3.17.2. Penyusunan Struktur Bayesian Network (DAG).....	41
3.17.3. Perhitungan Prior Probability	42
3.17.4. Penyusunan Conditional Probability Table (CPT).....	43
3.17.5. Perhitungan Joint Probability Distribution (JPD).....	43

3.17.6. Inferensi Bayesian dan Posterior Probability.....	44
3.10.1 Kriteria Pengambilan Keputusan Risiko.....	44
3.18. Perancangan Antarmuka (Interface).....	45
BAB IV	46
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1. Hasil Pengumpulan Data	46
4.2. Analisis dan Perhitungan Bayesian Network	47
4.2.1. Kategorisasi Variabel Penelitian	48
4.2.2. Penyusunan Struktur Bayesian Network (DAG).....	48
4.2.3. Perhitungan Prior Probability P(H).....	49
4.2.4. Penyusunan Conditional Probability Table (CPT).....	49
4.2.5. Perhitungan Inferensi Bayesian — Contoh Kasus.....	50
4.2.6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual	55
4.2.7. Kriteria Pengambilan Keputusan Risiko.....	55
4.3. Implementasi Sistem	56
4.3.1. Halaman Login	56
4.3.2. Halaman Dashboard.....	57
4.3.3. Halaman Data Varietas Padi	58
4.3.4. Halaman Data Harga Padi.....	59
4.3.5. Halaman Faktor Pengasuhan	60
4.3.6. Halaman Proses Bayesian Network.....	60
4.3.7. Halaman Hasil Prediksi	61
4.3.8. Halaman Cetak Laporan.....	63
4.4. Kelebihan dan Kelemahan Sistem.....	63
4.4.1. Kelebihan Sistem	63
4.4.2. Kelemahan Sistem.....	65
4.5. Pembahasan	66
BAB V.....	69
KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan.....	69
5.2. Saran	73
5.2.1. Saran untuk Penelitian Selanjutnya.....	73

DAFTAR PUSTAKA.....75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.8 Waktu Penelitian.....	30
Tabel 3.15. Variabel Penelitian	37
Tabel 3.16 Kriteria Pengambilan Keputusan Risiko.....	44
Tabel 3.17 Tabel Rancangan Antarmuka Sistem SiPadi	45
Tabel 4.1 Sampel Dataset Penelitian	47
Tabel 4.2 Variabel dan Kategori Penelitian	48
Tabel 4.3 Conditional Probability Table.....	50
Tabel 4.4 Data Input Kasus 1	51
Tabel 4.5 Data Input Kasus 2	53
Tabel 4.6 Data Input Kasus 3	54
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Inferensi Bayesian	55
Tabel 4.8 Kriteria Tingkat Risiko Berdasarkan Probabilitas Posterior.....	55
Tabel 5.1 Ringkasan Nilai CPT Faktor Dominan Penurunan Harga	70
Tabel 5.2 Kinerja Bayesian Network.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.7 Struktur Bayesian Network	13
Gambar 2.8 Kerangka Pemikiran Penelitian	14
Gambar 3.2 Flowchart Perancangan Sistem.....	20
Gambar 3.4.1 Use Case Diagram Sistem.....	23
Gambar 3.4.2 Activity Diagram Sistem	24
Gambar 3.4.3 Sequence Diagram sistem prediksi harga padi.....	25
Gambar 3.4.4 Class Diagram Prediksi Harga Padi	26
Gambar 3.12 Alur Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Login SiPadi	57
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Dashboar	57
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Data Varietas Padi.....	58
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Data Harga Padi	59
Gambar 4.5. Tampilan Form Modal Tambah Data Harga.....	59
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Faktor Pengasuhan.....	60
Gambar 4.7 Tampilan Halaman Proses Bayesian Network	61
Gambar 4.8 Tampilan Form Prediksi Manual Bayesian Network	61
Gambar 4.9.Tampilan Halaman Hasil Prediksi Bayesian Network	62
Gambar 4.10 Modal Detail Perhitungan Perdata	62
Gambar 4.11 Halaman Cetak Laporan	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanaman padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia yang berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Produksi dan kualitas padi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor budidaya yang diterapkan oleh petani selama proses penanaman hingga panen. Faktor-faktor tersebut meliputi pemilihan varietas, pengelolaan air, penggunaan pupuk, serta pengendalian organisme pengganggu tanaman. Apabila praktik budidaya dilakukan dengan tepat, maka produktivitas tanaman dan kualitas gabah yang dihasilkan akan meningkat sehingga memberikan nilai jual yang lebih baik bagi petani (Erlianus et al., 2021).

Mayoritas penduduk Indonesia mengolah padi atau menjadikannya sebagai makanan pokok. Produksi padi di Indonesia dapat mengalami fluktuasi setiap tahunnya, di mana faktor-faktor seperti kualitas gabah, musim panen, dan kebijakan pemerintah dapat memengaruhi hasil panen. Meskipun demikian, padi tetap menjadi komoditas utama yang mendukung ketahanan pangan negara ini dan menjadi tulang punggung bagi sebagian besar petani di Indonesia. Menurut (Santosa et al., 2023) dalam (Risal et al., 2025), tanaman padi merupakan tanaman pangan yang sangat penting di Indonesia. Tanaman ini termasuk ke dalam tanaman budidaya yang hasil pengolahannya dapat dijadikan bahan pangan ketika sudah diolah menjadi beras.

Pangan merupakan kebutuhan dasar yang paling esensial bagi manusia untuk mempertahankan hidup. Sebagai makhluk hidup, tanpa pangan manusia tidak mungkin dapat melangsungkan hidup dan kehidupannya untuk berkembang biak .

Menurut Amang (1993) dalam (Kasnelly et al., 2024). terpenuhinya kebutuhan pangan secara kuantitas maupun kualitas merupakan hal yang sangat penting sebagai landasan bagi pembangunan manusia Indonesia seutuhnya dalam jangka panjang. Oleh karena itu pemenuhan kebutuhan pangan yang cukup merupakan salah satu penentu bagi perwujudan ketahanan pangan nasional. Indonesia

Dalam perkembangannya, masalah beras memang akan selalu merupakan salah satu masalah terpenting dalam perekonomian Indonesia. Bahkan lebih dari itu, maka segala masalah yang timbul baik dibidang harga, produksi dan penyediaan, konsumsi maupun impor akan selalu menyangkut kepentingan dan meminta perhatian berbagai pihak. Tentu saja keadaan tersebut harus mendapat perhatian yang lebih dari pemerintah melalui kebijakannya terutama mengenai nasib petani dalam hal ini petani padi terlebih mengenai kebijakan yang menyangkut harga input dan output yang selalu menjadi permasalahan utama bagi petani. Permasalahan mengenai harga dalam bidang pertanian merupakan permasalahan yang tidak henti untuk dibahas karena seiring dengan perkembangan waktu maka permasalahan mengenai harga yang berkaitan dengan produk pertanian juga ikut berkembang. Perkembangan harga dalam hal ini kenaikan harga untuk setiap produk yang dihasilkan petani menjadi harapan setiap petani, terutama petani yang mengusahakan tanaman padi.(Kasnelly et al., 2024)

Salah satu faktor pengasuhan tanaman padi yang sangat penting adalah pemilihan varietas padi yang digunakan dalam budidaya. Varietas unggul umumnya memiliki potensi hasil yang lebih tinggi, ketahanan terhadap penyakit, serta kualitas gabah yang lebih baik dibandingkan varietas lokal. Penelitian menunjukkan bahwa perbedaan varietas padi dapat memengaruhi pertumbuhan

tanaman, produktivitas, serta kualitas hasil panen sehingga berdampak pada nilai ekonomi hasil produksi yang diterima petani (Erlianus et al., 2021) .

Selain varietas, faktor pengasuhan yang tidak kalah penting adalah pengelolaan air selama masa pertumbuhan tanaman padi. Tanaman padi membutuhkan ketersediaan air yang cukup untuk mendukung proses fisiologis dan metabolisme tanaman. Pengaturan tinggi muka air serta kualitas air yang dialirkan ke lahan sawah dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Pengelolaan air yang tidak optimal dapat menyebabkan penurunan kualitas hasil panen serta menurunkan produktivitas tanaman (Alfarisy et al., 2024)

Faktor pengasuhan lainnya yang mempengaruhi kualitas hasil panen adalah kondisi gabah setelah panen, terutama kadar air gabah. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas gabah dan mempengaruhi proses penggilingan serta kualitas beras yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengendalian kadar air gabah menjadi salah satu faktor penting dalam menjaga mutu hasil panen dan menentukan harga jual gabah di pasar (Mukaromah et al., 2022) .

Selain faktor kualitas hasil panen, kondisi pasar dan pasokan gabah juga mempengaruhi harga jual padi di tingkat petani. Fluktuasi harga gabah sering terjadi akibat perbedaan kualitas gabah, jumlah produksi, musim panen, serta kondisi permintaan dan penawaran di pasar. Ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan gabah dapat menyebabkan harga jual padi mengalami kenaikan maupun penurunan yang berdampak langsung terhadap pendapatan petani (Karim et al., 2025) .

Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa kualitas gabah seperti

kadar air dan kadar kotoran merupakan faktor penting yang menentukan nilai jual gabah di tingkat petani. Gabah dengan kualitas yang baik cenderung memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan gabah dengan kualitas rendah. Oleh karena itu, praktik pengasuhan tanaman yang baik selama proses budidaya hingga pascapanen sangat berperan dalam menentukan kualitas gabah dan harga jual yang diterima petani (Setiawati, 2020; Risal et al., 2023)

Fokus penelitian ini adalah mengembangkan model Bayesian Network yang dapat memprediksi risiko penurunan harga jual padi berdasarkan faktor pengasuhan di Kecamatan Babalan. Model ini mampu menampilkan hubungan antar variabel pengasuhan, menentukan variabel mana yang paling dominan, serta menghitung probabilitas risiko penurunan harga. Dengan adanya model ini, petani dapat memperoleh rekomendasi pengasuhan yang lebih tepat agar dapat menekan risiko penurunan harga. Selain itu, pemerintah daerah dan penyuluh pertanian dapat menggunakan hasil penelitian sebagai dasar dalam merancang program pendampingan petani yang lebih efektif dan berbasis data. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata bagi petani dalam bentuk model prediksi yang dapat digunakan untuk meningkatkan pendapatan dan mengurangi risiko ekonomi.

1.2. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh faktor pengasuhan terhadap risiko penurunan harga jual padi di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat?
- 2) Bagaimana membangun model Bayesian Network untuk memprediksi risikopenurunan harga jual padi berdasarkan faktor-faktor pengasuhan tersebut?
- 3) Faktor pengasuhan apa yang paling berkontribusi terhadap risiko

penurunan harga berdasarkan hasil model Bayesian Network?

1.3. Batasan Masalah

- 1) Penelitian ini hanya berfokus pada petani dan lahan pertanian yang berada di wilayah Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat.
- 2) Model prediksi yang digunakan adalah Bayesian Network, tanpa membandingkan performa dengan metode lain.
- 3) Data harga yang digunakan adalah harga tingkat petani, tidak mencakup harga di tingkat penggilingan, pedagang besar, maupun eceran harga.
- 4) Variabel penelitian yang digunakan untuk memprediksi penurunan harga jual padi hanya menggunakan faktor pengasuhan yang ada pada data yang ada.
- 5) Penentuan nilai probabilitas (prior dan CPT) dibangun berdasarkan data, sehingga penelitian ini tidak membahas validasi laboratorium mutu gabah padi (misalnya uji kadar air dengan alat digital secara resmi)

a. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi risiko penurunan harga jual padi di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat dengan memanfaatkan metode Bayesian Network. Model ini disusun untuk menganalisis hubungan probabilistik antara faktor-faktor pengasuhan tanaman padi yang diterapkan petani dengan kualitas gabah serta potensi terjadinya penurunan harga jual. Melalui pemodelan tersebut, penelitian diharapkan mampu memetakan hubungan kausal antar variabel, mengidentifikasi faktor pengasuhan yang paling dominan memengaruhi risiko penurunan harga, serta menghasilkan nilai probabilitas risiko secara terukur. Dengan demikian, hasil penelitian dapat menjadi

dasar pertimbangan bagi petani maupun pihak terkait dalam mengambil keputusan pengasuhan yang lebih tepat guna meminimalkan risiko penurunan harga jual padi.

b. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian sebagai berikut :

c. Manfaat Akademis

1. Penelitian ini Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pengetahuan mengenai penerapan metode Bayesian Network sebagai salah satu teknik analisis dan peramalan dalam bidang Sistem Informasi.
2. Penelitian ini Menjadi dasar yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan (Decision Support System) pada sektor pertanian.
3. Penelitian ini dapat menambah pengetahuan terutama tentang memprediksi penuruna harga jual padi serta dapat dijadikan sumber referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya.

d. Manfaat Praktis

1. Hasil penelitian ini Memberikan informasi kepada petani mengenai faktor pengasuhan yang paling berpengaruh terhadap risiko penurunan harga
2. Hasil penelitian ini bisa Menjadi acuan bagi penyuluh pertanian dalam merumuskan strategi pengasuhan dan praktik budidaya padi yang lebih tepat sasaran.
3. Hail penelitian ini dapat menjadi kebijakan dalam mengurangi kerugian terhadap hasil panen selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Prediksi

Prediksi adalah salah satu kegiatan yang digunakan untuk memberikan gambaran nilai pada masa depan dengan mempertimbangkan data dari masa lalu atau data saat ini. Tujuan melakukan prediksi adalah untuk mendukung proses pengambilan keputusan dan perencanaan strategis yang memberikan informasi untuk mengurangi ketidakpastian dimasa mendatang. Selain itu, prediksi bisa digunakan pada berbagai bidang seperti keuangan, ekonomi, cuaca dan lainya (Dewi et al., 2025).

2.2. Padi

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman penghasil beras. Tanaman padi tumbuh pada pada daerah yang memiliki iklim tropis atau sub tropis. Kondisi geografis Indonesia yang mendukung serta memiliki iklim tropis sangat cocok untuk membudidayakan padi. Sehingga pada tahun 2018, Indonesia berhasil menjadi negara penghasil beras terbanyak di dunia. Untuk memenuhi kebutuhan pangan negara Indonesia, produksi padi perlu dioptimalkan. Hal ini bertujuan agar pemerintah dapat berhasil memenuhi kebutuhan beras di masyarakat sehingga pemerintah tidak perlu lagi mengimpor beras dari luar negeri. Namun pada praktiknya, pemerintah masih mengimpor beras dari luar negeri untuk pemenuhan kebutuhan beras. Hal ini dikarenakan kebutuhan beras pada masyarakat terus mengalami peningkatan tiap tahunnya yang disebabkan semakin meningkatnya laju pertumbuhan penduduk. Peningkatan pertumbuhan penduduk tersebut tidak diimbangi oleh pertumbuhan area pertanian. Area pertanian saat ini banyak alih fungsi menjadi lahan bangunan (Wijayanto &

Fathoni, 2021).

2.3. Harga Padi dan Risiko Penurunan Harga

Harga padi di tingkat petani dipengaruhi oleh berbagai faktor kompleks, termasuk kualitas hasil panen, biaya produksi, dan kondisi pasar yang dinamis. Badan Pusat Statistik (BPS, 2023) menyatakan bahwa fluktuasi harga padi sering terjadi akibat ketidakseimbangan antara produksi dan permintaan, serta perbedaan kualitas hasil panen antar wilayah, yang dapat menyebabkan variasi harga hingga 20-30% dalam satu musim. Penelitian oleh Sari et al. (2022) menunjukkan bahwa kualitas gabah, yang ditentukan oleh praktik pengasuhan seperti pemupukan dan pengendalian hama, secara langsung berkorelasi dengan harga jual, di mana gabah berkualitas tinggi dapat memperoleh premi harga di pasar. Sari et al. (2022) menganalisis data dari beberapa daerah di Indonesia, menemukan bahwa biaya produksi yang tinggi, seperti penggunaan pupuk kimia, dapat menekan margin keuntungan petani jika tidak diimbangi dengan peningkatan produktivitas. Selain itu, kondisi pasar global, seperti impor beras dari negara tetangga, juga memperburuk fluktuasi harga, seperti yang dijelaskan oleh Rahman et al. (2024) dalam studi mereka di Bangladesh, di mana faktor eksternal ini berkontribusi terhadap volatilitas harga padi di daerah tropis.

2.4. Faktor Pengasuhan Tanaman Padi

Faktor pengasuhan (crop management) merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan petani untuk memastikan pertumbuhan tanaman dan kualitas hasil panen. Pengasuhan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas gabah, sedangkan pengasuhan yang kurang optimal dapat meningkatkan risiko penurunan harga jual.

2.4.1. Pemilihan Varietas Unggul

Penggunaan varietas padi yang unggul dan tahan terhadap penyakit serta hama dapat meningkatkan hasil panen. Varietas unggul biasanya memiliki potensi hasil yang lebih tinggi dan ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Siregar, M. A. R. 2023).

2.4.2. Pengelolaan Tanah yang Baik

Kesehatan tanah memainkan peran penting dalam produktivitas tanaman padi. Praktik-praktik seperti penerapan pupuk organik dan pemeliharaan kelembaban tanah yang tepat dapat meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman padi (Siregar, M. A. R. 2023).

2.4.3. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Serangan hama dan penyakit dapat mengurangi produktivitas tanaman padi secara signifikan. Penggunaan metode pengendalian terpadu, termasuk penggunaan pestisida yang tepat dan pemantauan terhadap serangan hama dan penyakit, dapat membantu meminimalkan kerugian akibat serangan tersebut (Siregar, M. A. R. 2023).

2.4.4. Pengelolaan Air yang Efisien

Air merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman padi. Penerapan teknik irigasi yang efisien, seperti irigasi tetes atau irigasi berbasis kebutuhan, dapat memastikan pasokan air yang cukup dan tepat pada waktu yang dibutuhkan oleh tanaman padi (Siregar, M. A. R. 2023).

2.4.5. Waktu Panen

Waktu panen yang tepat akan meningkatkan harga gabah karena kualitas gabah yang dipanen tepat waktu cenderung lebih baik dibandingkan dipanen

sebelum waktunya. Perkembangan harga gabah dari tahun ke tahun juga cenderung meningkat, dipengaruhi oleh permintaan dan penawaran beras. Efisiensi pemasaran gabah dapat dianalisis dari beberapa indikator: jumlah saluran pemasaran, perbandingan harga yang diterima petani dan yang dibayarkan penggilingan padi, persentase bagian yang diterima produsen (farmer's share), dan variabel yang berpengaruh langsung terhadap penjualan hasil panen petani dalam bentuk gabah kering panen (GKP). Analisis efisiensi pemasaran penting dilakukan untuk mengetahui apakah saluran pemasaran yang digunakan sudah efisien atau belum. Jika belum efisien, perlu dilakukan evaluasi agar pihak yang terlibat mendapatkan pembagian yang adil. Variabel yang memiliki pengaruh signifikan juga akan menjadi pertimbangan dalam memilih pola saluran pemasaran yang baik (Rahman et al., 2023a) dalam (Risal et al., 2025).

2.5. Data Mining

Data mining merupakan salah satu cara untuk mengumpulkan informasi yang berdimensi besar lalu mengubah data-data tersebut menjadi data yang dapat digunakan. Di dalam data mining, terdapat proses ekstraksi dan identifikasi data yang nantinya dapat digunakan dan dijadikan sebagai pengetahuan terkait dari basis data besar dengan bantuan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan pembelajaran mesin. Selain itu, data mining dapat mengekstraksi pengetahuan sebelumnya yang belum diketahui secara manual dari kumpulan informasi. (Dewi et al., 2025)

2.6. Bayesian Network

Penelitian ini akan menggunakan Bayesian Network yang merupakan salah satu Probabilistic Graphical Model (PGM) sederhana yang dibangun dari

probabilistik dan teori graf. PGM ini akan digunakan untuk mempresentasikan pengetahuan tentang hubungan ketergantungan antara variable-variable domain persoalan yang dimodelkan. Dua bagian utama dalam Bayesian Network adalah:

- a. Struktur graf pada Bayesian Network adalah struktur graf yang tidak berarah yang terdiri dari edge dan node, dimana Node merepresentasikan variable acak dan edge merepresentasikan adanya hubungan ketergantungan langsung.
- b. Himpunan parameter yang mendefinisikan distribusi probabilitas kondisional untuk setiap variabelnya. Pada Bayesian network, nodes berkorespondensi dengan variable acak. Tiap node diasosiasikan dengan sekumpulan peluang bersyarat, $p(x_i | A_i)$ dimana x_i adalah variabel yang diasosiasikan dengan node dan A_i adalah set dari parent dalam graf.

Dalam membangun Bayesian network, struktur dibangun dengan pendekatan statistik yang dikenal dengan teorema Bayes yaitu conditional probability (peluang bersyarat). Conditional probability yaitu perhitungan peluang suatu kejadian Y bila diketahui kejadian X telah terjadi, dinotasikan dengan $P(Y|X)$. Teorema ini digunakan untuk menghitung peluang suatu set data untuk masuk ke dalam suatu kelas tertentu berdasarkan inferensi data yang sudah ada (Skin et al., 2021).

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

Keterangan :

$P(A | B)$ = Probabilitas posterior (risiko penurunan harga setelah diketahui faktor pengasuhan)

$P(A)$ = Probabilitas prior risiko penurunan harga

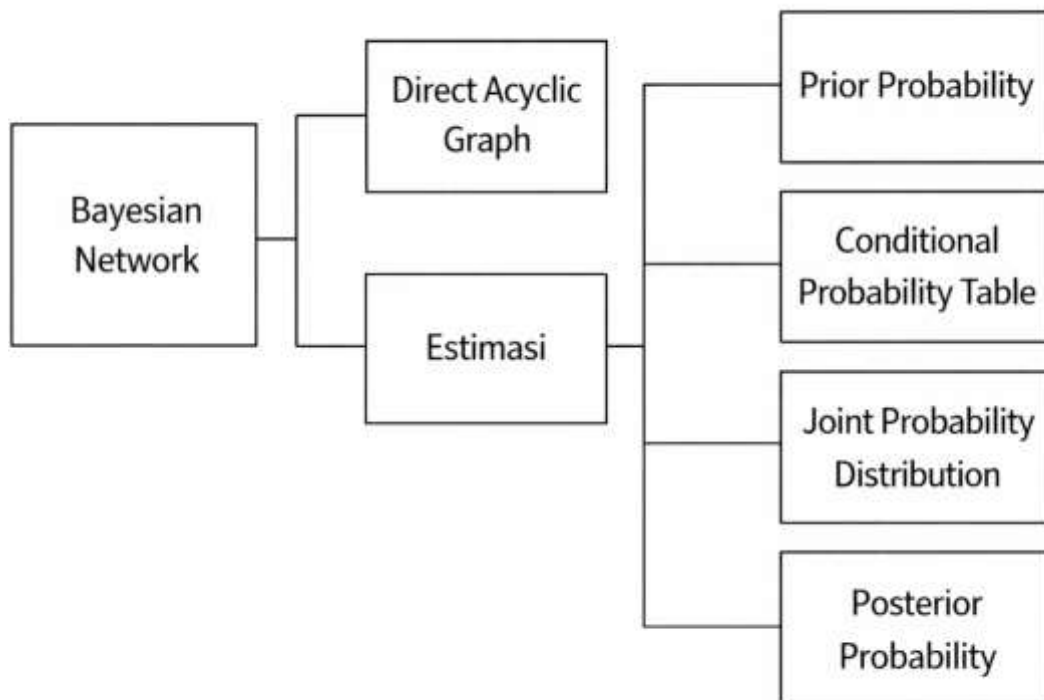
$P(B | A)$ = Probabilitas faktor pengasuhan terjadi jika harga menurun

$P(B)$ = Probabilitas faktor pengasuhan secara keseluruhan

Bayesian network digambarkan sebagai graf yang terdiri dari busur (arc) dan simpul (node). Simpul (node) menunjukkan atribut atau variabel beserta nilai probabilitasnya dan busur menunjukkan hubungan antar simpul, di bawah ini merupakan langkah-langkah penerapan metode Bayesian Network (Windarti, 2018) dalam (Hamonangan Saragih & Kartini, 2023):

1. Membuat struktur Bayesian Network atau Directed Acyclic Graph atau DAG
2. Mencari estimasi parameter yang pertama adalah mencari nilai Prior Probability
3. Mencari nilai Conditional Probability Table atau CPT
4. Mencari nilai Joint Probability Distribution atau JPD, untuk mendapatkan nilai Joint Probability Distribution adalah mengalikan nilai dari Conditional Probability dengan nilai Prior Probability.
5. Proses selanjutnya mencari nilai Posterior Probabilistik yang didapatkan dari hasil Joint Probability Distribution yang telah diperoleh.

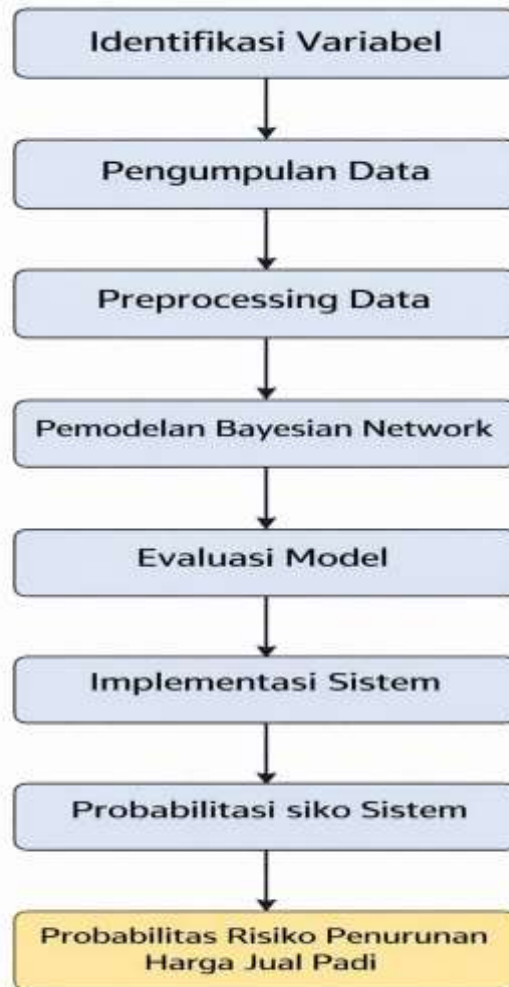
Tahapan Bayesian network dapat dilihat pada gambar (Suryana et al., 2018) dalam (Hamonangan Saragih & Kartini, 2023)



Gambar 2.7 Struktur Bayesian Network

2.7. Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai tahapan yang dilakukan dalam proses prediksi risiko penurunan harga jual padi menggunakan metode Bayesian Network. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi variabel hingga menghasilkan probabilitas risiko sebagai output akhir sistem.



Gambar 2.7 Kerangka Pemikiran Penelitian

Tahap pertama adalah identifikasi variabel, yaitu proses penentuan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap harga jual padi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kadar air, kualitas gabah, varietas padi, jumlah produksi, serta harga jual padi. Penentuan variabel ini didasarkan pada studi literatur dan kondisi nyata di lapangan yang menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut memiliki keterkaitan terhadap fluktuasi harga.

Tahap kedua adalah pengumpulan data, yang dilakukan dengan mengumpulkan data yang relevan dari berbagai sumber, seperti data sekunder dari

instansi terkait maupun data observasi. Data yang dikumpulkan harus sesuai dengan variabel penelitian agar dapat digunakan dalam proses analisis lebih lanjut.

Selanjutnya adalah tahap preprocessing data, yaitu proses pengolahan awal terhadap data yang telah dikumpulkan. Tahapan ini meliputi pembersihan data dari nilai yang tidak lengkap atau tidak konsisten, transformasi data ke dalam format yang sesuai, serta proses kategorisasi data. Kategorisasi dilakukan untuk mengubah data numerik menjadi data kategorikal, seperti kadar air menjadi kategori tinggi dan rendah, serta kualitas gabah menjadi baik, sedang, dan buruk. Hal ini dilakukan karena metode Bayesian Network bekerja lebih optimal dengan data kategorikal.

Tahap berikutnya adalah pemodelan Bayesian Network, yaitu proses membangun model probabilistik yang merepresentasikan hubungan antar variabel. Pada tahap ini dilakukan pembentukan struktur jaringan (network structure) yang menunjukkan hubungan sebab-akibat antar variabel, serta penyusunan Conditional Probability Table (CPT) untuk masing-masing variabel. CPT digunakan untuk menghitung probabilitas suatu kejadian berdasarkan kondisi variabel lain yang mempengaruhinya.

Setelah model terbentuk, dilakukan evaluasi model untuk mengukur kinerja model dalam melakukan prediksi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi yang dihasilkan oleh model dengan data aktual yang tersedia, sehingga dapat diketahui tingkat akurasi dan keandalan model yang dibangun.

Tahap selanjutnya adalah implementasi sistem, yaitu penerapan model Bayesian Network ke dalam suatu sistem berbasis aplikasi yang dapat digunakan

untuk melakukan prediksi secara otomatis. Sistem ini dirancang agar pengguna dapat memasukkan nilai variabel yang diperlukan dan memperoleh hasil prediksi secara langsung.

Tahap terakhir adalah perhitungan probabilitas risiko sistem, yang menghasilkan nilai probabilitas terhadap kemungkinan terjadinya penurunan harga jual padi. Output yang dihasilkan berupa kategori risiko, seperti risiko tinggi atau rendah, yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh pihak terkait.

Dengan demikian, kerangka penelitian ini menggambarkan alur proses yang terstruktur dalam membangun sistem prediksi berbasis Bayesian Network untuk menganalisis risiko penurunan harga jual padi berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi bahan referensi dalam melakukan penelitian, maka untuk memperkuat dasar penelitian ini, penulis menggunakan penelitian terdahulu sebagai dasar penguat. Berikut penelitian terdahulu:

2.1 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Hasil Penelitian
1	Penerapan Bayesian Network dalam Analisis Risiko pada Sektor Pertanian	Rahman & Hidayat (2023)	Bayesian Network	Bayesian Network mampu memodelkan hubungan probabilistik antar variabel dan memprediksi kemungkinan terjadinya risiko dalam sistem pertanian.

2	Analisis Risiko Pertanian Menggunakan Metode Probabilistik	Dewi & Kurniawan (2025)	Bayesian Network	Metode Bayesian Network mampu menganalisis kemungkinan risiko dalam sistem pertanian berdasarkan nilai probabilitas dari setiap variabel.
3	Analisis Faktor yang Mempengaruhi Harga Komoditas Pertanian Menggunakan Data Mining	Putra et al. (2022)	Data Mining	Metode data mining mampu mengidentifikasi hubungan antara variabel produksi, kualitas hasil panen, dan kondisi pasar terhadap harga komoditas pertanian.
4	Pengaruh Kadar Air Gabah terhadap Kualitas dan Harga Jual Gabah	Mukaromah et al. (2022)	Analisis Regresi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air gabah yang tinggi dapat menurunkan kualitas gabah dan menyebabkan harga jual menjadi lebih rendah.
5	Analisis Faktor yang Mempengaruhi Fluktuasi Harga Gabah di Tingkat Petani	Sari & Nugroho (2021)	Analisis Statistik	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas gabah, kadar air, dan jumlah produksi berpengaruh signifikan terhadap fluktuasi harga gabah di tingkat petani.
6	Analisis Hubungan Kualitas Gabah terhadap Harga Jual Gabah	Risal et al. (2023)	Analisis Statistik	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air, tingkat kerusakan gabah, dan kadar kotoran berpengaruh terhadap harga jual gabah di tingkat petani.
7	Pengaruh Pengelolaan Air terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi	Alfarisy et al. (2024)	Analisis Eksperimen	Pengelolaan air yang baik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi serta kualitas hasil panen yang dihasilkan.
8	Analisis Fluktuasi Harga Gabah di Tingkat Petani	Kasnelly et al. (2024)	Analisis Deskriptif	Fluktuasi harga gabah dipengaruhi oleh faktor produksi, kualitas gabah, serta kondisi permintaan dan penawaran di pasar.

9	Pengaruh Kualitas Gabah terhadap Harga Jual Gabah di Tingkat Petani	Pratama et al. (2024)	Analisis Regresi	Kualitas gabah seperti kadar air, kadar kotoran, dan tingkat kerusakan memiliki pengaruh signifikan terhadap harga jual gabah.
10	Pengaruh Kadar Air Gabah terhadap Kualitas dan Harga Jual Gabah	Mukaromah et al. (2022)	Analisis Regresi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air gabah yang tinggi dapat menurunkan kualitas gabah dan menyebabkan harga jual menjadi lebih rendah.

BAB III

ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1. Analisa Sistem

Analisa sistem merupakan proses penguraian sistem yang akan dibangun ke dalam komponen-komponen utama guna memahami permasalahan yang ada dan menentukan solusi yang tepat. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah ketidakpastian harga jual padi di tingkat petani, yang sering mengalami penurunan akibat faktor pengasuhan seperti pemilihan varietas, kualitas gabah, serta pengelolaan pascapanen.

Selama ini, petani di Kecamatan Babalan belum memiliki suatu sistem yang mampu memberikan prediksi risiko penurunan harga jual padi secara terukur. Penilaian risiko masih bersifat subjektif dan berdasarkan pengalaman, sehingga sering menimbulkan kerugian ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pendukung keputusan berbasis metode Bayesian Network yang mampu mengolah data varietas, kualitas gabah, dan harga untuk menghasilkan prediksi risiko penurunan harga.

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini berupa aplikasi berbasis web yang dapat digunakan untuk mengelola data padi, melakukan perhitungan probabilistik Bayesian Network, serta menampilkan hasil prediksi risiko dalam bentuk informasi yang mudah dipahami.

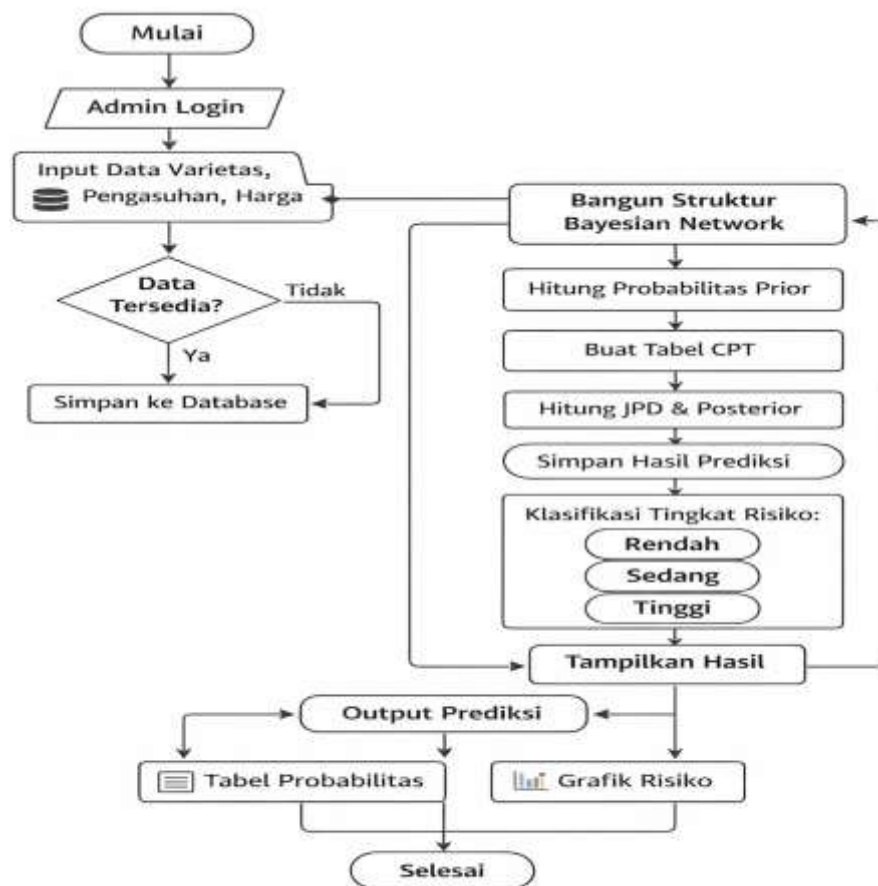
3.2. Perancangan sistem

Perancangan sistem adalah proses pengembangan spesifikasi baru berdasarkan hasil rekomendasi analisa sistem. Dalam tahap perancangan tim kerja desain harus merancang spesifikasi yang dibutuhkan dalam berbagai kertas kerja.

Kertas kerja itu harus memuat berbagai uraian mengenai input, proses, dan output dari sistem yang diusulkan (Usnaini et al., 2021).

Sistem prediksi penurunan harga jual padi dirancang untuk:

1. Mengelola data varietas padi dan kualitas gabah.
2. Menghitung nilai probabilitas prior, CPT, JPD, dan posterior menggunakan metode Bayesian Network.
3. Menyajikan hasil prediksi risiko penurunan harga jual padi dalam bentuk tabel dan grafik.



Gambar 3.2 Flowchart Perancangan Sistem

3.3. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan sistem secara menyeluruh agar sistem dapat berjalan dengan optimal, dengan fokus pada identifikasi komponen-komponen esensial yang diperlukan dalam pengembangan model Bayesian Network untuk prediksi risiko penurunan harga gabah

a. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional menjelaskan fungsi-fungsi yang harus dapat dilakukan oleh sistem SiPADI untuk mendukung proses prediksi risiko penurunan harga padi.

Tabel 3.3.1 Kebutuhan Fungsional Sistem SiPADI

No	Kode Fungsional	Deskripsi Kebutuhan
1	KF-01	Sistem dapat mengelola autentikasi pengguna (login/logout) dengan pembedaan hak akses Admin dan User
2	KF-02	Sistem dapat mengelola (tambah, edit, hapus, tampil) data varietas padi beserta jenis kualitasnya
3	KF-03	Sistem dapat mengelola data faktor pengasuhan (variabel KA, KL, S, V) beserta bobot dan kategorinya
4	KF-04	Sistem dapat mengelola data harga jual padi beserta komponen mutu gabah per periode panen
5	KF-05	Sistem dapat menghitung prior probability, CPT, JPD, dan posterior probability menggunakan Bayesian Network
6	KF-06	Sistem dapat memproses prediksi risiko untuk seluruh data sekaligus (batch processing) maupun satu data secara manual
7	KF-07	Sistem dapat menampilkan hasil prediksi dalam bentuk tabel, grafik distribusi risiko, dan badge tingkat risiko
8	KF-08	Sistem dapat menghasilkan rekomendasi pengasuhan berdasarkan faktor dominan yang teridentifikasi
9	KF-09	Sistem dapat mencetak laporan hasil prediksi dalam format yang siap cetak dari browser
10	KF-10	Admin dapat mengelola akun pengguna (tambah, edit, hapus, atur level akses)

b. Kebutuhan Non-Fungsional

Tabel 3.3.2 Kebutuhan Non-Fungsional Sistem

No	Aspek	Kebutuhan Non-Fungsional
1	Keamanan	Autentikasi menggunakan enkripsi bcrypt (password_hash PHP), validasi sesi, dan proteksi akses halaman berdasarkan level pengguna
2	Performa	Proses kalkulasi Bayesian Network harus selesai dalam waktu < 5 detik untuk dataset 40 record pada spesifikasi hardware minimal
3	Usability	Antarmuka dirancang intuitif dan responsif, dapat diakses dari berbagai browser (Chrome, Firefox, Edge) tanpa instalasi tambahan
4	Reliability	Sistem menggunakan Laplace Smoothing untuk memastikan tidak ada nilai probabilitas nol yang dapat menggagalkan prediksi
5	Portability	Sistem dapat dijalankan pada XAMPP/WAMP di sistem operasi Windows 10/11 dengan PHP 8.1 dan MySQL 8.0

c. Spesifikasi Hardware dan Software

Tabel 3.3.3 Kebutuhan Hardware dan Software

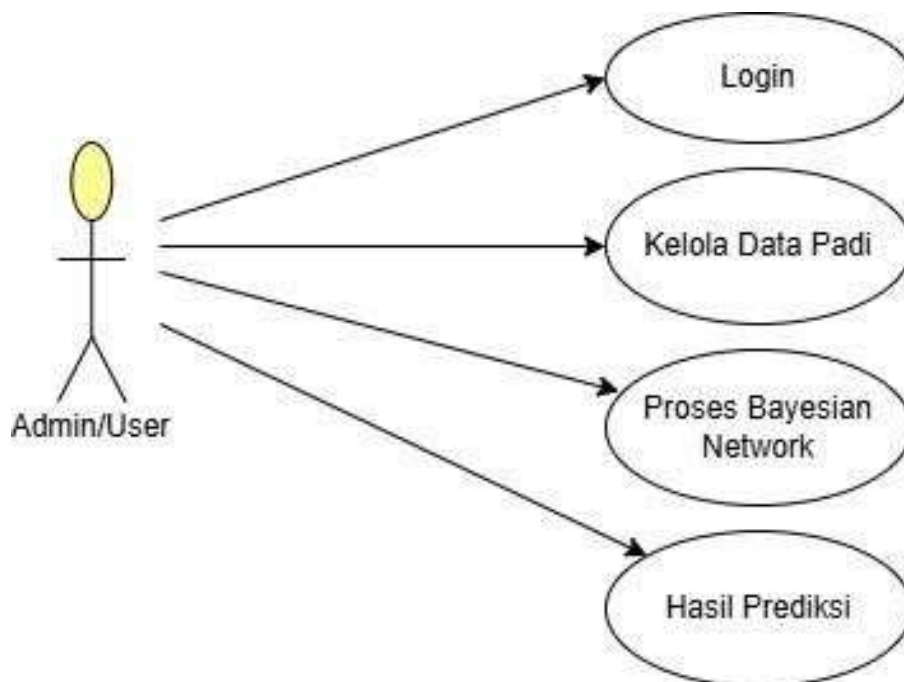
No	Komponen	Spesifikasi Minimum	Spesifikasi yang Digunakan
1	Processor	Intel Core i3 / setara	Intel Core i5 generasi ke-8 atau lebih tinggi
2	RAM	8 GB	8 GB DDR4
3	Penyimpanan	256 GB	512 GB SSD
4	Sistem Operasi	Windows 10 64-bit	Windows 10/11 64-bit
5	Web Server	Apache 2.4	XAMPP v8.2 (Apache + MySQL + PHP)
6	Bahasa Pemrograman	PHP 8.1	PHP 8.1.x
7	Database	MySQL 8.0	MySQL 8.0 via MySQLi Extension
8	Browser	Google Chrome 90+	Chrome / Firefox / Edge terbaru
9	Tools Perancangan	—	StarUML / draw.io untuk diagram UML

3.4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan struktur dan alur kerja sistem secara teknis dan terintegrasi. Perancangan ini menggunakan Unified Modeling Language (UML) yang meliputi Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Sequence Diagram sebagai acuan implementasi sistem.

3.4.1. Use Case Diagram

Use Case diagram adalah pemodelan terhadap kelakuan (behavior) pada sebuah sistem informasi yang akan dirancang. Secara umum use case diagram digunakan untuk memberikan gambaran secara detail akan fungsi dari setiap sistem dan juga untuk mengetahui hak akses dalam menggunakan sistem tersebut (Anjelita & Rosiska, 2019) dalam (Ridho, 2021). Use case diagram menggambarkan fungsi-fungsi utama sistem dan aktor yang terlibat.



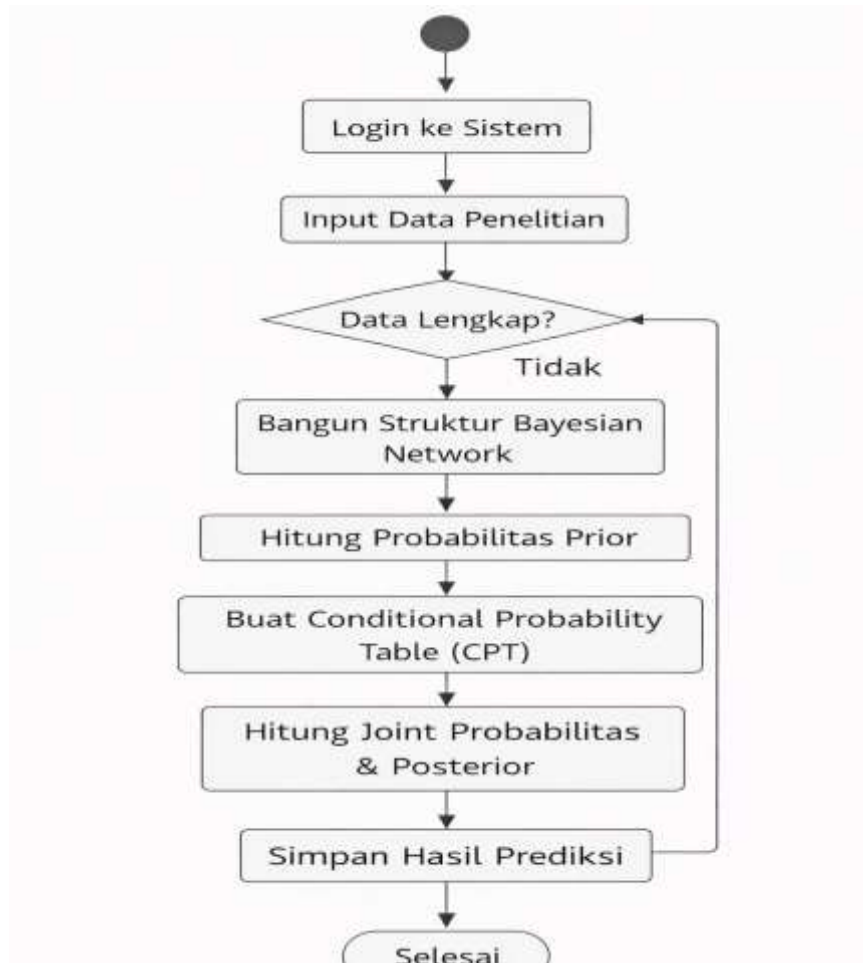
Gambar 3.4.1 *Use Case Diagram* Sistem

Tabel 3.4.1 Deskripsi Use Case Sistem SiPADI

No	Use Case ID	Nama Use Case	Deskripsi
1	UC-01	Login Sistem	Admin/User memasukkan username dan password untuk mengakses sistem
2	UC-02	Kelola Data Varietas	Admin menambah, mengedit, dan menghapus data varietas padi
3	UC-03	Kelola Faktor Pengasuhan	Admin mengelola variabel Bayesian Network beserta bobot dan keterangan
4	UC-04	Kelola Data Harga Padi	Admin mengelola data harga GKP beserta komponen mutu per periode panen
5	UC-05	Proses Bayesian Network	Admin menjalankan kalkulasi BN (Prior, CPT, JPD, Posterior) untuk semua data
6	UC-06	Prediksi Manual	Admin/User memasukkan kombinasi evidence manual untuk prediksi instan
7	UC-07	Lihat Hasil Prediksi	Admin/User melihat tabel hasil prediksi, detail perhitungan, dan grafik risiko
8	UC-08	Cetak Laporan	Admin/User mencetak laporan prediksi lengkap dari browser
9	UC-09	Kelola Pengguna	Admin menambah, mengedit, dan menghapus akun pengguna sistem
10	UC-10	Logout Sistem	Admin/User keluar dari sistem dan mengakhiri sesi

3.4.2. Activity Diagram

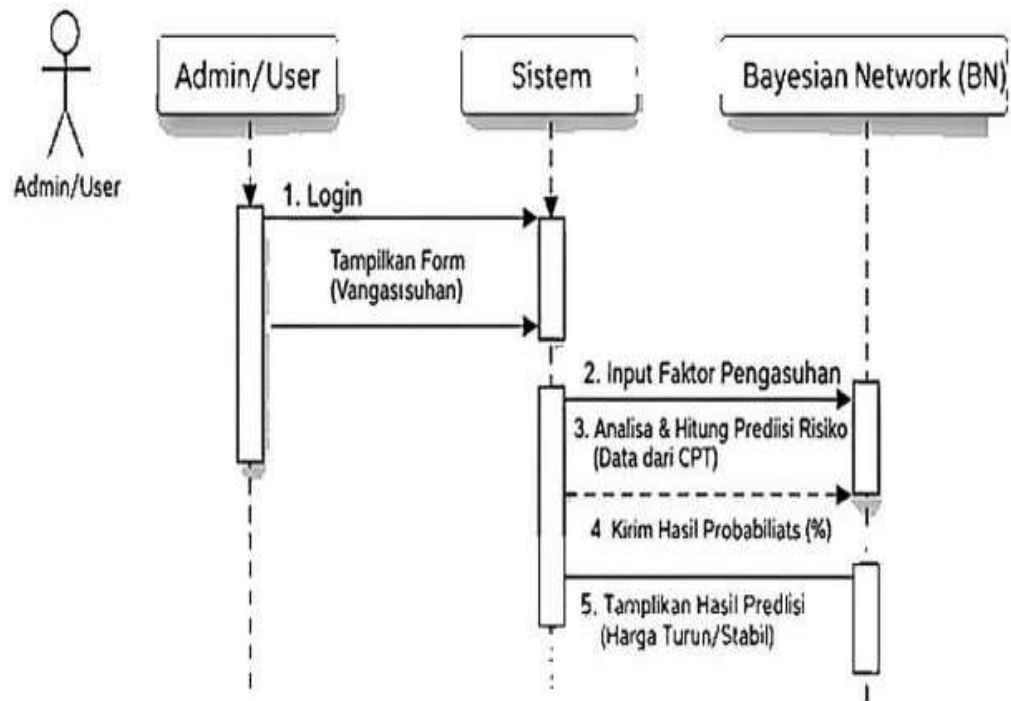
Activity Diagram merupakan sebuah gambaran aliran kerja atau sebuah aktivitas yang dilakukan pada sebuah sistem ataupun proses bisnis. Dan diagram aktivitas ini hanyalah menggambarkan kegiatan aktivitas sistem bukan apa yang dilakukan oleh aktor (Anjelita & Rosiska, 2019) dalam (Ridho, 2021). Activity diagram menggambarkan alur aktivitas dalam sistem, mulai dari input data hingga menampilkan hasil prediksi.



Gambar 3.4.2 *Activity Diagram* Sistem

3.4.3. Sequence Diagram

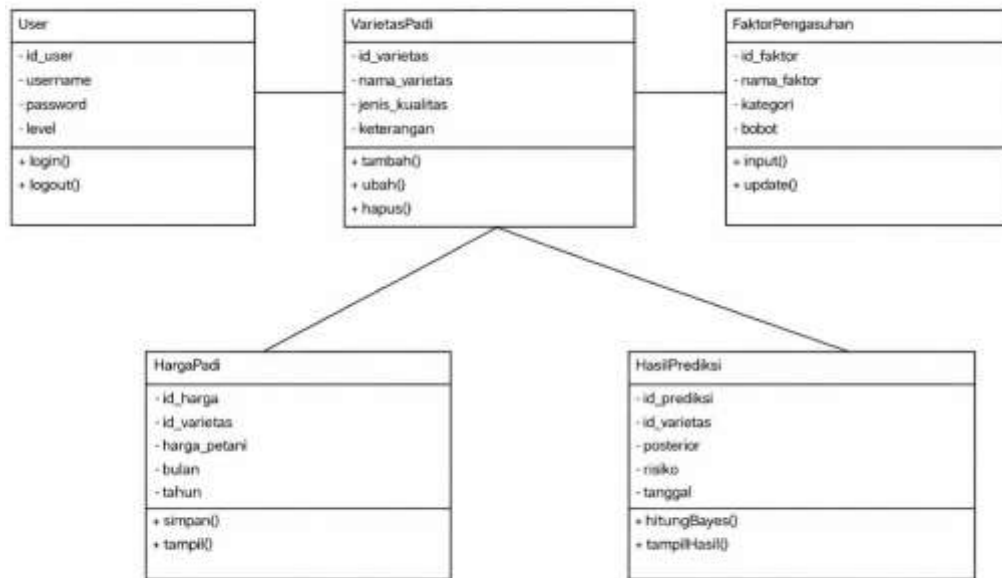
Sequence Diagram adalah sebuah diagram yang menggambarkan kelakuan dari objek yang ada pada use case dengan cara mendeskripsikan waktu kejadian objek dan pesan yang akan dikirim dan diterima oleh antar objek (Novicha & Naja, 2018) dalam (Ridho, 2021). Sequence Diagram menggambarkan urutan interaksi antara aktor dan sistem secara detail.



Gambar 3.4.3 *Sequence Diagram* sistem prediksi harga padi

3.4.4. Class Diagram

Class Diagram merupakan sebuah gambaran pada system yang didalamnya menggambarkan sebuah struktur sistem dari segi pendefinisian kelas yang akan dibuat agar dapat melakukan sesuai dengan kebutuhan fungsinya pada sistem, guna untuk membangun sistem (Wandela & Elisa, 2019) dalam (Ridho, 2021). Class diagram menggambarkan struktur kelas dalam sistem.



Gambar 3.4.4 *Class Diagram* Prediksi Harga Padi

3.5. Perancangan Struktur Database

a. Tabel Data Admin/User

Tabel admin/user digunakan untuk menyimpan data pengguna sistem. Tabel ini memungkinkan sistem membedakan hak akses antara admin dan pengguna umum.

No	Nama Field	Type Data	PK/FK	Keterangan
1	id_user	INT (AI)	PK	Primary key, auto increment
2	username	VARCHAR(100)		Username unik untuk login
3	password	VARCHAR(255)		Password terenkripsi bcrypt
4	nama_lengkap	VARCHAR(150)		Nama lengkap pengguna
5	level	ENUM		Hak akses: admin / user
6	created_at	TIMESTAMP		Waktu pembuatan akun

b. Tabel Data Varietas Padi

Tabel varietas padi digunakan untuk menyimpan informasi jenis varietas padi yang diteliti dalam sistem prediksi penurunan harga jual padi. Tabel ini menjadi

referensi utama dalam sistem untuk mengelompokkan data harga dan faktor pengasuhan berdasarkan varietas padi yang digunakan petani di Kecamatan Babalan.

No	Nama Field	Tipe Data	PK/FK	Keterangan
1	id_varietas	INT (AI)	PK	Primary key, auto increment
2	nama_varietas	VARCHAR(100)		Nama varietas padi (cth. Ciherang)
3	jenis_kualitas	ENUM		Kategori varietas: Lokal / Unggul
4	keterangan	TEXT		Deskripsi karakteristik varietas
5	created_at	TIMESTAMP		Waktu penambahan data

c. Tabel Faktor Pengasuhan

Tabel faktor pengasuhan digunakan untuk menyimpan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan harga jual padi, sesuai dengan konsep “faktor pengasuhan” dalam penelitian ini. Bobot faktor digunakan sebagai nilai prior (prior probability) dalam perhitungan Bayesian Network.

No	Nama Field	Tipe Data	PK/FK	Keterangan
1	id_faktor	INT (AI)	PK	Primary key, auto increment
2	kode_faktor	VARCHAR(10)		Kode singkat variabel (KA, KL, S, V)
3	nama_faktor	VARCHAR(100)		Nama lengkap variabel
4	kategori	VARCHAR(50)		Kelompok faktor (Kualitas Gabah / Kondisi Pasar / Faktor Budidaya)
5	bobot	DECIMAL(5,2)		Nilai bobot/prior faktor (0-1)
6	keterangan	TEXT		Penjelasan nilai ambang kategorisasi

d. Tabel Data Harga Padi

Tabel ini digunakan untuk menyimpan data harga jual padi berdasarkan varietas dan kualitas. Data pada tabel ini digunakan sebagai dasar untuk

menganalisis fluktuasi harga padi dan menentukan potensi penurunan harga.

No	Nama Field	Tipe Data	PK/FK	Keterangan
1	id_harga	INT (AI)	PK	Primary key, auto increment
2	id_varietas	INT	FK	Foreign key ke tbl_varietas
3	periode_panen	ENUM		Panen I / Panen II
4	bulan	VARCHAR(20)		Nama bulan panen (Januari - Desember)
5	tahun	INT		Tahun panen (2022-2025)
6	harga_petani	DECIMAL(12,2)		Harga jual GKP di tingkat petani (Rp/Kg)
7	kadar_air	DECIMAL(5,2)		Kadar air gabah dalam persen (%)
8	kadar_lain	DECIMAL(5,2)		Kadar lain/kotoran dalam persen (%)
9	pasokan	ENUM		Kondisi pasokan: Tinggi / Rendah
10	status_harga	ENUM		Label target: Turun / Tidak Turun (auto)

e. Tabel Hasil Prediksi

Tabel hasil prediksi digunakan untuk menyimpan hasil akhir perhitungan Bayesian Network berupa nilai posterior dan kategori risiko. Nilai posterior digunakan untuk menentukan tingkat risiko penurunan harga jual padi (rendah, sedang, atau tinggi).

No	Nama Field	Tipe Data	PK/FK	Keterangan
1	id_prediksi	INT (AI)	PK	Primary key, auto increment
2	id_harga	INT	FK	Foreign key ke tbl_harga
3	kadar_air_kategori	ENUM		Kategori KA hasil preprocessing: Tinggi/Normal

No	Nama Field	Tipe Data	PK/FK	Keterangan
4	kadar_lain_kategori	ENUM		Kategori KL hasil preprocessing: Tinggi/Rendah
5	pasokan	ENUM		Kondisi pasokan: Tinggi / Rendah
6	varietas_kategori	ENUM		Kategori varietas: Lokal / Unggul
7	prior_turun	DECIMAL(10,6)		Nilai P(H=Turun)
8	prior_tidak_turun	DECIMAL(10,6)		Nilai P(H=Tidak Turun)
9	cpt_ka / cpt_kl / cpt_pasokan / cpt_varietas	DECIMAL(10,6)		Nilai CPT masing-masing variabel untuk H=Turun
10	jpd_turun / jpd_tidak_turun	DECIMAL(15,10)		Nilai JPD untuk H=Turun dan H=Tidak Turun
11	posterior_turun / posterior_tidak_turun	DECIMAL(10,6)		Nilai probabilitas posterior P(H Evidence)
12	tingkat_risiko	ENUM		Kategori risiko: Rendah / Sedang / Tinggi
13	rekomendasi	TEXT		Rekomendasi pengasuhan yang dihasilkan sistem
14	tanggal_prediksi	TIMESTAMP		Waktu eksekusi prediksi

3.6. Keterkaitan Sistem Dengan Studi Kasus

Sistem yang dirancang secara langsung berkaitan dengan studi kasus di Kecamatan Babalan, karena seluruh data dan parameter yang digunakan berasal dari kondisi riil petani padi di wilayah tersebut.

3.7. Perancangan Output Sistem

Output sistem berupa:

- 1) Tabel probabilitas risiko penurunan harga
- 2) Grafik risiko penurunan harga jual padi

3.8. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, yang terletak di pesisir timur Pulau Sumatera dengan luas wilayah sekitar 200 km² dan populasi sekitar 50.000 jiwa. Daerah ini dikenal sebagai sentra pertanian padi dengan lahan sawah yang subur, didukung oleh irigasi dari Sungai Babalan. Waktu penelitian meliputi periode pengumpulan data primer melalui survei lapangan dan wawancara dengan petani, serta dinas pertanian setempat selama bulan Januari hingga Juni 2025, diikuti oleh pengolahan data hingga Desember 2025 menggunakan metode statistik deskriptif dan analisis regresi untuk mengidentifikasi pola harga.

Tabel 3.8 Waktu Penelitian

Kegiatan	Nov 25	Des 25	Jan 26	Feb 26	Mar 26	Apr 26
1. Pengajuan dan Persetujuan Judul	✓					
2. Studi Literatur & Pengumpulan Data	✓	✓	✓			
3. Penyusunan Proposal Skripsi		✓	✓			
4. Bimbingan & Seminar Proposal			✓	✓		
5. Pengembangan Sistem				✓	✓	
6. Analisis Data & Pemodelan BN					✓	✓
7. Penulisan & Bimbingan Skripsi						✓
8. Sidang Skripsi						✓

3.9. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah harga jual padi di tingkat petani di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, serta faktor-faktor penentu yang memengaruhinya. Faktor-faktor tersebut meliputi variabel internal seperti jenis varietas padi. Analisis ini difokuskan pada data tahun 2025 untuk menangkap tren terkini pasca-panen utama.

3.10. Analisa Permasalahan

Analisa permasalahan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya fluktuasi harga jual padi di tingkat petani. Harga jual padi merupakan salah satu aspek penting dalam sektor pertanian karena berpengaruh langsung terhadap pendapatan petani. Namun, dalam praktiknya harga padi sering mengalami perubahan yang tidak menentu, sehingga menimbulkan ketidakpastian dalam perencanaan ekonomi petani.

Fluktuasi harga padi dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya kualitas gabah, kadar air, varietas padi, serta jumlah produksi atau hasil panen. Kualitas gabah yang rendah, seperti kadar air yang tinggi, dapat menyebabkan penurunan harga jual. Selain itu, tingginya jumlah produksi pada periode tertentu juga dapat menyebabkan penurunan harga akibat kelebihan pasokan di pasar.

Permasalahan yang terjadi di Kecamatan Babalan adalah belum adanya sistem yang mampu memprediksi risiko penurunan harga jual padi secara sistematis dan berbasis data. Petani masih mengandalkan pengalaman dan perkiraan pribadi dalam menentukan waktu panen dan penjualan, sehingga keputusan yang diambil cenderung kurang akurat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan metode Bayesian Network untuk menganalisis hubungan antar variabel dan memprediksi probabilitas risiko penurunan harga jual padi. Metode ini dipilih karena mampu menangani ketidakpastian serta memberikan hasil berupa probabilitas yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

3.11. Sumber dan Jenis Data

3.11.1. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder sebagai sumber data utama. Data sekunder diperoleh dari pihak resmi, yaitu kantor kepala desa di Kecamatan Babalan. Data yang dikumpulkan berupa data harga jual padi, data produksi, serta informasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi harga padi yang telah didokumentasikan secara periodik.

Penggunaan data sekunder dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data yang bersifat historis, terstruktur, dan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi karena berasal dari instansi resmi. Data tersebut memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis secara komprehensif terhadap pola dan fluktuasi harga jual padi dari waktu ke waktu.

Selain itu, data pendukung juga diperoleh dari studi literatur yang bersumber dari jurnal ilmiah, buku, serta publikasi resmi yang relevan dengan topik penelitian, khususnya yang berkaitan dengan harga padi dan metode Bayesian Network. Dengan demikian, data yang digunakan dalam penelitian ini memiliki landasan teoritis dan empiris yang kuat untuk mendukung proses analisis dan pemodelan.

3.11.2. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, yaitu data yang berbentuk angka dan dapat diolah secara matematis. Data kuantitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi risiko penurunan harga jual padi melalui pendekatan probabilistik menggunakan metode Bayesian Network, yang membutuhkan nilai numerik untuk menghitung probabilitas prior, probabilitas bersyarat (Conditional Probability Table/CPT), probabilitas gabungan (Joint Probability Distribution), serta probabilitas posterior.

Penggunaan data kuantitatif memungkinkan analisis hubungan sebab-akibat antar variabel penelitian dilakukan secara objektif dan terukur, sehingga hasil prediksi yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Adapun jenis data kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Data Harga Jual Padi

Data harga jual padi yang diperoleh di tingkat petani untuk Gabah Kering Panen (GKP) .

b. Data Varietas Padi

Data mengenai jenis varietas padi yang dibudidayakan oleh petani di Kecamatan Babalan, seperti Ciherang, Inpari, Pandan Wangi, Solok, dan varietas lainnya.

c. Data frekuensi dan periode panen

Data jumlah panen dalam satu periode tertentu yang digunakan untuk melihat pola produksi dan keterkaitannya dengan fluktuasi harga jual padi.

d. Data komponen mutu padi

Data kadar air dan kadar lain (%) yang mempengaruhi kualitas gabah dan harga jual di pasaran.

3.12. Alur Penelitian

Tabel 3.12 Penjelasan Tahapan Alur Penelitian

No	Tahap	Deskripsi Kegiatan
1	Identifikasi Masalah	Mengidentifikasi permasalahan fluktuasi harga jual padi di Kecamatan Babalan dan ketiadaan sistem prediksi berbasis data yang dapat membantu petani mengambil keputusan penjualan.
2	Studi Literatur	Mengkaji teori Bayesian Network, metode Naive Bayes, standar kualitas gabah, penelitian terdahulu, dan teknologi pengembangan sistem informasi berbasis web.
3	Pengumpulan Data	Mengumpulkan data harga GKP, komponen mutu gabah, dan informasi varietas dari Dinas Pertanian Kabupaten Langkat, BPS, dan wawancara petani.
4	Preprocessing Data	Melakukan seleksi data, penanganan missing value, normalisasi format, dan kategorisasi data numerik menjadi data kategorikal sesuai nilai ambang yang ditetapkan.
5	Identifikasi & Klasifikasi Variabel	Menentukan variabel target (H) dan variabel input (KA, KL, S, V) beserta kategorinya yang akan digunakan dalam struktur Bayesian Network.
6	Penyusunan Struktur DAG	Membangun struktur Directed Acyclic Graph (DAG) yang merepresentasikan hubungan kausal antar variabel: $V, KA, KL, S \rightarrow H$.
7	Penentuan Prior & CPT	Menghitung probabilitas prior $P(H)$ dan Conditional Probability Table (CPT) untuk setiap variabel input menggunakan data training dengan Laplace Smoothing.
8	Inferensi Bayesian	Menghitung Joint Probability Distribution (JPD) dan probabilitas posterior $P(H Evidence)$ menggunakan Teorema Bayes untuk menghasilkan prediksi risiko.
9	Pengembangan Sistem	Membangun sistem informasi berbasis web menggunakan PHP 8.1 dan MySQL yang mengimplementasikan model Bayesian Network secara otomatis dan interaktif.
10	Evaluasi & Kesimpulan	Mengevaluasi hasil prediksi sistem, menganalisis faktor dominan, dan menyusun rekomendasi serta kesimpulan penelitian.

3.13. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data utama dilakukan melalui teknik dokumentasi, yaitu dengan mengumpulkan data harga jual padi di tingkat petani yang diperoleh dari laporan dinas pertanian, data pasar lokal, serta rekapitulasi harga gabah dari lembaga terkait di wilayah Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat. Data yang dikumpulkan mencakup harga jual padi per periode panen, baik Panen I maupun Panen II, dalam rentang waktu penelitian. Data dokumentasi ini digunakan sebagai data utama karena bersifat kuantitatif, sistematis, dan sesuai untuk dianalisis menggunakan pendekatan Bayesian Network yang membutuhkan data historis untuk perhitungan probabilitas.

Selain dokumentasi, penelitian ini juga menggunakan teknik wawancara secara terbatas dengan pihak terkait, seperti petani dan pelaku pemasaran padi. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi pendukung mengenai pola penjualan padi, mekanisme penentuan harga, serta faktor-faktor yang memengaruhi fluktuasi harga di tingkat petani. Data hasil wawancara tidak digunakan secara langsung dalam perhitungan Bayesian Network, namun berfungsi sebagai data pendukung untuk memperkuat interpretasi hasil analisis dan memastikan kesesuaian data kuantitatif dengan kondisi nyata di lapangan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa variabel utama, yaitu varietas padi, kualitas gabah, Risiko Penurunan Harga. Variabel-variabel tersebut diperoleh dari hasil dokumentasi dan diklasifikasikan sesuai dengan kebutuhan pemodelan Bayesian Network. Untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik data penelitian, sebagian data harga jual padi disajikan dalam bentuk tabel pada bab hasil dan pembahasan, sedangkan data lengkap digunakan dalam

proses analisis dan disajikan pada bagian lampiran. Penyajian data ini bertujuan untuk menunjukkan pola dan kecenderungan harga padi yang dianalisis dalam penelitian.

3.14. Dataset Penelitian dan Kebutuhan Data

3.14.1. Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kumpulan data harga jual padi dan faktor-faktor yang memengaruhinya dalam rentang waktu tahun 2022 hingga 2025. Dataset disusun dalam bentuk tabel yang terdiri dari beberapa variabel yang relevan dengan penelitian.

No	Varietas	Tipe	Periode	Bulan/Thn	Harga (Rp/Kg)	KA	KL	Pasokan	Status Harga
1	Pandan Wangi	Lokal	Panen II	Des 2025	Rp 6.000	13.50%	2.90%	Rendah	Tidak Turun
2	Pandan Wangi	Lokal	Panen I	Nov 2025	Rp 5.400	16.90%	5.10%	Tinggi	Turun
3	Mekongga	Unggul	Panen II	Okt 2025	Rp 6.400	12.90%	2.40%	Rendah	Tidak Turun
4	Mekongga	Unggul	Panen I	Apr 2025	Rp 5.900	14.60%	3.50%	Tinggi	Turun
5	Inpari 42	Unggul	Panen II	Sep 2025	Rp 6.200	13.10%	2.20%	Rendah	Tidak Turun
6	Inpari 42	Unggul	Panen I	Mar 2025	Rp 5.500	15.70%	3.70%	Tinggi	Turun
7	Inpari 32	Unggul	Panen II	Agu 2025	Rp 6.500	12.40%	2.00%	Rendah	Tidak Turun
8	Inpari 32	Unggul	Panen I	Feb 2025	Rp 5.800	15.90%	4.30%	Tinggi	Turun
9	Ciherang	Unggul	Panen II	Jul 2025	Rp 6.300	12.70%	2.30%	Rendah	Tidak Turun
10	Ciherang	Unggul	Panen I	Jan 2025	Rp 5.700	15.10%	3.40%	Tinggi	Turun
11	IR64	Unggul	Panen II	Des 2024	Rp 6.100	13.00%	2.60%	Rendah	Tidak Turun
12	IR64	Unggul	Panen I	Nov 2024	Rp 5.600	14.50%	3.80%	Tinggi	Turun
13	Solok	Lokal	Panen II	Okt 2024	Rp 5.800	13.80%	3.20%	Rendah	Tidak Turun
14	Solok	Lokal	Panen I	Apr 2024	Rp 5.100	17.20%	5.50%	Tinggi	Turun
15	Pandan Wangi	Lokal	Panen II	Sep 2024	Rp 5.900	13.20%	2.70%	Rendah	Tidak Turun

16	Pandan Wangi	Lokal	Panen I	Mar 2024	Rp 5.200	16.80%	5.00%	Tinggi	Turun
17	Inpari 32	Unggul	Panen II	Agu 2024	Rp 6.200	12.50%	2.10%	Rendah	Tidak Turun
18	Inpari 32	Unggul	Panen I	Feb 2024	Rp 5.500	16.00%	4.10%	Tinggi	Turun
19	Ciherang	Unggul	Panen II	Jul 2024	Rp 6.000	12.80%	2.40%	Rendah	Tidak Turun
20	Ciherang	Unggul	Panen I	Jan 2024	Rp 5.400	15.30%	3.00%	Tinggi	Turun
21	Mekongga	Unggul	Panen II	Nov 2023	Rp 5.900	13.00%	2.50%	Rendah	Tidak Turun
22	Mekongga	Unggul	Panen I	Mei 2023	Rp 5.300	14.80%	3.20%	Tinggi	Turun
23	IR64	Unggul	Panen II	Okt 2023	Rp 5.800	13.50%	2.80%	Rendah	Tidak Turun
24	IR64	Unggul	Panen I	Apr 2023	Rp 5.200	15.00%	3.60%	Tinggi	Turun
25	Inpari 42	Unggul	Panen II	Sep 2023	Rp 5.500	13.30%	2.00%	Rendah	Tidak Turun
26	Inpari 42	Unggul	Panen I	Mar 2023	Rp 4.900	15.60%	3.90%	Tinggi	Turun
27	Inpari 32	Unggul	Panen II	Agu 2023	Rp 5.700	12.90%	2.30%	Rendah	Tidak Turun
28	Inpari 32	Unggul	Panen I	Feb 2023	Rp 5.100	16.30%	4.20%	Tinggi	Turun
29	Ciherang	Unggul	Panen II	Jul 2023	Rp 5.600	13.10%	2.60%	Rendah	Tidak Turun
30	Ciherang	Unggul	Panen I	Jan 2023	Rp 5.000	15.50%	3.30%	Tinggi	Turun
31	Solok	Lokal	Panen II	Nov 2022	Rp 5.050	14.00%	3.50%	Rendah	Tidak Turun
32	Solok	Lokal	Panen I	Mei 2022	Rp 4.500	17.00%	5.20%	Tinggi	Turun
33	Pandan Wangi	Lokal	Panen II	Okt 2022	Rp 5.100	13.80%	3.00%	Rendah	Tidak Turun
34	Pandan Wangi	Lokal	Panen I	Apr 2022	Rp 4.400	16.50%	4.80%	Tinggi	Turun
35	Inpari 42	Unggul	Panen II	Sep 2022	Rp 5.300	13.00%	2.20%	Rendah	Tidak Turun
36	Inpari 42	Unggul	Panen I	Mar 2022	Rp 4.700	15.80%	3.80%	Tinggi	Turun
37	Inpari 32	Unggul	Panen II	Agu 2022	Rp 5.400	13.20%	2.50%	Rendah	Tidak Turun
38	Inpari 32	Unggul	Panen I	Feb 2022	Rp 4.950	16.10%	4.50%	Tinggi	Turun
39	Ciherang	Unggul	Panen II	Jul 2022	Rp 5.200	13.50%	2.80%	Rendah	Tidak Turun
40	Ciherang	Unggul	Panen I	Jan 2022	Rp 4.800	15.20%	3.10%	Tinggi	Turun

3.15. Kebutuhan Data

Kebutuhan data dalam penelitian ini disusun untuk mendukung proses analisis menggunakan metode Bayesian Network. Data yang digunakan harus mampu merepresentasikan kondisi nyata di lapangan serta memiliki keterkaitan antar variabel. Adapun kebutuhan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Data Harga Jual Padi

Data ini digunakan sebagai variabel utama (target) dalam penelitian. Harga padi diklasifikasikan menjadi kondisi naik, stabil, atau turun.

2. Data Varietas Padi

Digunakan untuk mengetahui pengaruh jenis padi terhadap harga jual dan kualitas hasil panen.

3. Data Kadar Air

Digunakan untuk mengukur kualitas gabah. Kadar air yang tinggi umumnya menyebabkan harga jual menurun.

4. Data Kualitas Gabah

Digunakan untuk menentukan mutu hasil panen yang berpengaruh terhadap harga jual.

5. Data Jumlah Produksi

Digunakan untuk melihat pengaruh jumlah pasokan terhadap perubahan harga di pasar.

6. Data Periode Panen

Digunakan untuk menganalisis pola musiman yang memengaruhi fluktuasi harga. Dengan adanya kebutuhan data tersebut, model Bayesian Network dapat

dibangun secara optimal untuk menghasilkan prediksi risiko penurunan harga jual padi yang lebih akurat dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

3.16. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan unsur penting yang digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab akibat dalam suatu penelitian kuantitatif. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan disusun berdasarkan pendekatan Bayesian Network, di mana setiap variabel saling berhubungan secara probabilistik untuk memprediksi risiko penurunan harga jual padi di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat.

Tabel 3.15. Variabel Penelitian

Kode	Variabel	Jenis	Kategori
H	Harga GKP	Target	Turun, Tidak turun
KA	Kadar Air	Input	Tinggi(>14%),Normal(<14%)
KL	Kadar lain	Input	Tinggi(>4%),Rendah(<4%)
S	Pasokan Gabah	Input	Tinggi, Rendah
V	Varietas dominan	Input	Lokal , Unggul

3.17. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode Bayesian Network untuk mengolah variabel-variabel pengasuhan secara probabilistik dan menghasilkan prediksi risiko penurunan harga. Proses analisis dilakukan secara bertahap sebagaimana diuraikan di bawah ini.

3.17.1. Preprocessing Data

Sebelum data digunakan dalam pemodelan, dilakukan serangkaian proses

pengolahan awal yang meliputi:

1. Seleksi dan Verifikasi Data

Memeriksa kelengkapan setiap record data harga, mengeliminasi data dengan nilai yang tidak lengkap atau tidak konsisten (missing value dan outlier), serta memverifikasi kesesuaian satuan dan format penulisan data numerik.

2. Kategorisasi Variabel (Discretization)

Mengubah data numerik kadar air dan kadar lain menjadi data kategorikal berdasarkan nilai ambang yang telah ditetapkan. Kategorisasi ini diperlukan karena metode Bayesian Network bekerja secara optimal dengan data kategorikal.

3. Penentuan Status Harga (Label Target)

Menetapkan label target variabel H berdasarkan analisis kondisi faktor pengasuhan: jika $KA > 14\%$, atau $KL > 4\%$, atau Pasokan = Tinggi, maka status harga = Turun; selain itu Tidak Turun. Penetapan ini didasarkan pada pola data historis dan konfirmasi lapangan.

4. Organisasi Dataset

Menyusun data ke dalam format tabel terstruktur dengan atribut: Tahun, Periode Panen, Varietas, KA (%), KL (%), Pasokan, Varietas Kategori, dan Status Harga, yang siap digunakan sebagai input model Bayesian Network.

3.17.2. Penyusunan Struktur Bayesian Network (DAG)

Setelah variabel penelitian ditentukan, langkah berikutnya adalah menyusun hubungan antar variabel dalam bentuk Directed Acyclic Graph (DAG), yang merepresentasikan alur kausal probabilistik. Dalam model

ini, varietas dominan

(V) memengaruhi kualitas gabah melalui kadar air (KA) dan kadar lain (KL), sementara KA dan KL secara langsung berkontribusi terhadap penilaian kualitas gabah. Pasokan gabah (S) memengaruhi kondisi pasar dan harga, dengan semua variabel input (V, KA, KL, S) berkonvergensi untuk memengaruhi harga GKP

(H) sebagai target. Struktur DAG dirumuskan sebagai :

$$\mathbf{V, KA, KL, S \rightarrow H,}$$

yang selaras dengan tujuan penelitian untuk memprediksi risiko penurunan harga berdasarkan faktor pengasuhan.

3.17.3. Perhitungan Prior Probability

Penentuan Prior probability $P(H)$ merupakan probabilitas awal terjadinya penurunan harga sebelum mempertimbangkan kondisi faktor pengasuhan. Prior dihitung dari frekuensi relatif masing-masing kelas dalam data training. Untuk menghindari masalah zero probability pada kombinasi data yang belum pernah muncul, diterapkan Laplace Smoothing (additive smoothing) dengan menambahkan konstanta 1 pada pembilang dan jumlah kelas pada penyebut:

$$P(H = c) = (n_c + 1) / (N + k)$$

Keterangan:	
n_c	= jumlah record dengan kelas $H = c$ dalam data training
N	= jumlah total record data training
k	= jumlah kelas variabel H ($k = 2$: Turun dan Tidak Turun)
1	= konstanta Laplace Smoothing

3.17.4. Penyusunan Conditional Probability Table (CPT)

Conditional Probability Table (CPT) mendefinisikan probabilitas bersyarat $P(X_i = k \mid H = c)$ untuk setiap variabel input X_i dan setiap kategori k -nya, dikondisikan pada setiap nilai kelas H . CPT dihitung dari data training menggunakan Laplace Smoothing sebagai berikut:

$$P(X_i = k \mid H = c) = \frac{(n(X_i=k, H=c) + 1)}{(n(H=c) + |X_i|)}$$

di mana $n(X_i=k, H=c)$ adalah jumlah record dengan $X_i = k$ dan $H = c$, $n(H = c)$ adalah jumlah total record dengan $H = c$, dan $|X_i|$ adalah jumlah kategori variabel X_i . CPT yang dihasilkan mencakup empat variabel input (KA, KL, S, V) dengan masing-masing dua kategori, sehingga terdapat $4 \times 2 \times 2 = 16$ nilai probabilitas bersyarat yang perlu dihitung.

3.17.5. Perhitungan Joint Probability Distribution (JPD)

Joint Probability Distribution (JPD) Joint Probability Distribution (JPD) mengukur probabilitas gabungan dari setiap kombinasi variabel input terjadi secara bersamaan dengan kondisi H tertentu. Dengan asumsi Naive Bayes (independensi kondisional), JPD dihitung sebagai hasil perkalian probabilitas prior dengan seluruh probabilitas CPT yang relevan:

$$JPD(H = c \mid KA, KL, S, V) = P(KA \mid H=c) \times P(KL \mid H=c) \times P(S \mid H=c) \times P(V \mid H=c) \times P(H=c)$$

JPD dihitung untuk setiap kondisi H (Turun dan Tidak Turun) sehingga diperoleh dua nilai: JPD_Turun dan JPD_Tidak_Turun. Kedua

nilai ini kemudian digunakan sebagai pembilang dalam perhitungan probabilitas posterior.

3.17.6. Inferensi Bayesian dan Posterior Probability

Tahap akhir analisis adalah perhitungan probabilitas posterior menggunakan Teorema Bayes. Probabilitas posterior $P(H | Evidence)$ menyatakan probabilitas terjadinya penurunan harga setelah mempertimbangkan seluruh kondisi faktor pengasuhan yang diobservasi:

$$P(H = \text{Turun} | Evidence) = \frac{JPD_Turun}{P(Evidence) \cdot P(Evidence) + JPD_Turun + JPD_Tidak_Turun}$$

Nilai $P(Evidence)$ merupakan faktor normalisasi yang memastikan jumlah probabilitas posterior = 1. Nilai posterior $P(H = \text{Turun} | Evidence)$ kemudian diinterpretasikan sebagai tingkat risiko penurunan harga berdasarkan kriteria yang ditetapkan.

Tabel 3.17.6. Kriteria Pengambilan Keputusan Tingkat Risiko

Tingkat Risiko	Rentang Posterior	Interpretasi	Rekomendasi
Rendah	$P(\text{Turun} E) < 0,40$	Harga cenderung stabil, peluang turun kecil	Pertahankan praktik pengasuhan saat ini
Sedang	$0,40 \leq P(\text{Turun} E) < 0,70$	Harga berpotensi turun moderat, perlu perhatian	Perbaiki 1-2 faktor dominan sebelum penjualan
Tinggi	$P(\text{Turun} E) \geq 0,70$	Harga sangat berisiko turun signifikan	Segera perbaiki semua faktor pengasuhan

3.10.1 Kriteria Pengambilan Keputusan Risiko

Kriteria pengambilan keputusan risiko ditetapkan berdasarkan

probabilitas posterior Output sistem mencakup nilai probabilitas risiko, kategori risiko (Rendah, Sedang, Tinggi), grafik prediksi, dan rekomendasi pengasuhan berdasarkan faktor dominan, mendukung pengambilan keputusan informatif dalam konteks pertanian.

3.18. Perancangan Antarmuka (Interface)

Antarmuka sistem SiPADI dirancang dengan konsep luxury light theme menggunakan palet warna utama gold (#C9A84C) dan ivory (#FDFAF4) untuk menciptakan tampilan yang elegan dan profesional. Struktur antarmuka terdiri dari sidebar navigasi tetap di sebelah kiri, area konten utama di kanan dengan topbar di bagian atas, dan komponen-komponen UI yang konsisten di seluruh halaman.

Tabel 3.18 Rancangan Halaman Antarmuka Sistem SiPADI

No	Nama Halaman	Aktor	Fungsi Utama
1	Halaman Login	Admin, User	Autentikasi pengguna sebelum mengakses sistem
2	Dashboard	Admin, User	Ringkasan statistik, chart tren harga, distribusi risiko, dan prediksi terbaru
3	Data Varietas Padi	Admin	Kelola master data varietas padi (CRUD)
4	Faktor Pengasuhan	Admin	Kelola variabel input Bayesian Network (CRUD)
5	Data Harga Padi	Admin	Input dan kelola data harga GKP per periode (CRUD + filter)
6	Proses Bayesian Network	Admin	Tampilkan prior, CPT, jalankan prediksi batch dan manual
7	Hasil Prediksi	Admin, User	Tabel hasil prediksi lengkap, detail modal, chart risiko per tahun
8	Cetak Laporan	Admin, User	Generate dan cetak laporan prediksi berformat print-friendly
9	Kelola Pengguna	Admin	Manajemen akun pengguna (khusus Admin)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara . Data yang digunakan merupakan data harga jual padi (Gabah Kering Panen/GKP) di tingkat petani yang dikumpulkan dengan cara mengambil data langsung ke kepala desa kecamatan babalan kabupaten langkat.

Data yang berhasil dikumpulkan berjumlah 40 record yang mencakup rentang waktu tahun 2022 hingga 2025. Setiap record memuat informasi mengenai varietas padi yang digunakan, periode panen, kadar air gabah (KA), kadar lain/kotoran (KL), kondisi pasokan gabah di pasar, serta harga jual padi di tingkat petani dalam satuan Rp/Kg. Seluruh data telah melalui proses verifikasi dan pembersihan sebelum digunakan dalam pemodelan Bayesian Network.

Tabel 4.1 Sampel Dataset Penelitian (10 Data)

No	Varietas	Periode	Bulan/Thn	Harga (Rp)	KA (%)	KL (%)	Status
1	Ciherang	Panen I	Jan 2022	Rp 4.800	15,2	3,1	Turun
2	Ciherang	Panen II	Jul 2022	Rp 5.200	13,5	2,8	Tidak Turun
3	Inpari 32	Panen I	Feb 2022	Rp 4.950	16,1	4,5	Turun
4	Inpari 32	Panen II	Agt 2022	Rp 5.400	13,2	2,5	Tidak Turun
5	Inpari 42	Panen I	Mar 2022	Rp 4.700	15,8	3,8	Turun
6	Ciherang	Panen I	Jan 2025	Rp 5.700	15,1	3,4	Turun

7	Ciherang	Panen II	Jul 2025	Rp 6.300	12,7	2,3	Tidak Turun
8	Inpari 32	Panen I	Feb 2025	Rp 5.800	15,9	4,3	Turun
9	Pandan Wangi	Panen I	Nov 2025	Rp 5.400	16,9	5,1	Turun
10	Mekongga	Panen II	Okt 2025	Rp 6.400	12,9	2,4	Tidak Turun

**Sumber:
Data
Primer &
Sekunder,
Dinas
Pertanian
Langkat
2022-2025**

Berdasarkan data yang dikumpulkan, distribusi status harga menunjukkan keseimbangan antara kondisi Turun (50%) dan Tidak Turun (50%), masing-masing berjumlah 20 record. Kondisi ini terjadi karena pola panen dua kali setahun di Kecamatan Babalan, di mana Panen I yang berlangsung pada musim hujan cenderung menghasilkan gabah dengan kadar air tinggi dan pasokan melimpah sehingga harga turun, sedangkan Panen II pada musim kemarau menghasilkan gabah berkualitas lebih baik dengan harga stabil.

4.2. Analisis dan Perhitungan Bayesian Network

Proses analisis menggunakan metode Bayesian Network dilakukan secara bertahap sesuai dengan kerangka penelitian yang telah ditetapkan, mulai dari identifikasi dan kategorisasi variabel, penghitungan probabilitas prior, penyusunan Conditional Probability Table (CPT), perhitungan Joint Probability Distribution (JPD), hingga inferensi Bayesian untuk menghasilkan probabilitas posterior sebagai output prediksi risiko.

4.2.1. Kategorisasi Variabel Penelitian

Sebelum dilakukan pemodelan, seluruh data numerik ditransformasi menjadi data kategorikal sesuai dengan batasan ambang yang ditetapkan berdasarkan standar kualitas gabah dan kondisi pasar. Tabel 4.2 menyajikan variabel beserta kategorinya.

Tabel 4.2 Variabel dan Kategorisasi Penelitian

Kode	Variabel	Kategori	Nilai Ambang	Keterangan
H	Harga GKP	Turun / Tidak Turun	—	Variabel target/output
KA	Kadar Air	Tinggi / Normal	14%	KA > 14% = Tinggi; KA ≤ 14% = Normal
KL	Kadar Lain	Tinggi / Rendah	4%	KL > 4% = Tinggi; KL ≤ 4% = Rendah
S	Pasokan Gabah	Tinggi / Rendah	—	Musim panen raya = Tinggi; lainnya = Rendah
V	Varietas	Lokal / Unggul	—	Sesuai jenis varietas yang digunakan petani

4.2.2. Penyusunan Struktur Bayesian Network (DAG)

Struktur Directed Acyclic Graph (DAG) dibangun berdasarkan hubungan kausalitas antar variabel yang telah diidentifikasi melalui studi literatur dan observasi lapangan. Variabel-variabel input (KA, KL, S, V) berperan sebagai evidence yang mempengaruhi variabel target H (Harga GKP). Hubungan kausal dalam model ini direpresentasikan sebagai berikut:

$$V, KA, KL, S \rightarrow H \text{ (Harga GKP)}$$

Struktur DAG tersebut menggambarkan bahwa varietas padi (V) mempengaruhi kualitas gabah melalui kadar air (KA) dan kadar lain (KL). Pasokan gabah (S) dipengaruhi oleh musim panen dan periode budidaya.

Seluruh variabel input tersebut secara bersama-sama mempengaruhi risiko penurunan harga jual (H) sebagai node target dalam jaringan.

4.2.3. Perhitungan Prior Probability P(H)

Prior probability merupakan peluang awal terjadinya penurunan harga sebelum mempertimbangkan kondisi evidence (faktor pengasuhan). Prior probability dihitung dari frekuensi masing-masing kelas pada data training dengan penerapan Laplace Smoothing (penambahan konstanta +1) untuk menghindari nilai probabilitas nol pada kombinasi yang belum pernah terjadi.

$$P(H = \text{Turun}) = \frac{(n_{\text{turun}} + 1)}{(n_{\text{total}} + 2)} \quad P(H = \text{Tidak Turun}) = \frac{(n_{\text{tidak}} + 1)}{(n_{\text{total}} + 2)}$$

Dengan data training berjumlah 40 record, terdiri dari 20 data dengan status Turun dan 20 data dengan status Tidak Turun, maka perhitungan prior probability adalah sebagai berikut:

<p style="text-align: center;">P(H = Turun)</p> <p style="text-align: center;">= (20 + 1) / (40 + 2)</p> <p style="text-align: center;">= 21 / 42</p> <p style="text-align: center;">= 0.500000</p>	<p style="text-align: center;">P(H = Tidak Turun)</p> <p style="text-align: center;">= (20 + 1) / (40 + 2)</p> <p style="text-align: center;">= 21 / 42</p> <p style="text-align: center;">= 0.500000</p>
--	--

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa $P(H=\text{Turun}) = P(H=\text{Tidak Turun}) = 0,500000$. Hal ini mencerminkan distribusi data yang seimbang antara dua kelas, sehingga model tidak memiliki bias awal terhadap salah satu kelas sebelum mempertimbangkan faktor pengasuhan.

4.2.4. Penyusunan Conditional Probability Table (CPT)

Conditional Probability Table (CPT) menyatakan probabilitas bersyarat $P(X_i | H)$ yaitu probabilitas setiap kategori variabel input X_i

terjadi apabila diketahui kondisi H. CPT dihitung menggunakan Laplace Smoothing dengan rumus:

$$P(X_i = k \mid H = h) = (n(X_i=k, H=h) + 1) / (n(H=h) + |X_i|)$$

di mana $n(X_i=k, H=h)$ adalah jumlah record dengan $X_i=k$ dan $H=h$, $n(H=h)$ adalah jumlah total record dengan $H=h$, dan $|X_i|$ adalah jumlah kategori variabel X_i .

Tabel 4.3 Conditional Probability Table (CPT)

No	Variabel	Kategori	n(H=T)	n(H=NT)	P(X _i H=Turun)	P(X _i H=Tidak Turun)
1	KA	Tinggi	20	0	$(20+1)/(20+2) = 0.954545$	$(0+1)/(20+2) = 0.045455$
	KA	Normal	0	20	$(0+1)/(20+2) = 0.045455$	$(20+1)/(20+2) = 0.954545$
2	KL	Tinggi	16	2	$(16+1)/(20+2) = 0.772727$	$(2+1)/(20+2) = 0.136364$
	KL	Rendah	4	18	$(4+1)/(20+2) = 0.227273$	$(18+1)/(20+2) = 0.863636$
3	S	Tinggi	20	0	$(20+1)/(20+2) = 0.954545$	$(0+1)/(20+2) = 0.045455$
	S	Rendah	0	20	$(0+1)/(20+2) = 0.045455$	$(20+1)/(20+2) = 0.954545$
4	V	Lokal	10	2	$(10+1)/(20+2) = 0.500000$	$(2+1)/(20+2) = 0.136364$
	V	Unggul	10	18	$(10+1)/(20+2) = 0.500000$	$(18+1)/(20+2) = 0.863636$

4.2.5. Perhitungan Inferensi Bayesien — Contoh Kasus

Inferensi Bayesien dilakukan untuk menghitung probabilitas posterior risiko penurunan harga berdasarkan kombinasi evidence yang diobservasi.

Proses inferensi menggunakan Teorema Bayes dengan asumsi Naive Bayes (variabel input bersifat kondisional independen satu sama lain jika diketahui nilai H). Tiga contoh kasus berikut menggambarkan proses perhitungan secara manual.

Kasus 1: Kondisi Pengasuhan Berisiko Tinggi

Kasus 1 merepresentasikan kondisi gabah yang buruk dengan kadar air tinggi (KA=Tinggi), kadar kotoran tinggi (KL=Tinggi), pasokan gabah melimpah saat panen raya (S=Tinggi), dan penggunaan varietas lokal (V=Lokal). Kombinasi ini diperkirakan akan menghasilkan probabilitas risiko penurunan harga yang sangat tinggi.

Tabel 4.4 Data Input Kasus 1

KA (Kadar Air)	KL (Kadar Lain)	S (Pasokan)	V (Varietas)
Tinggi (>14%)	Tinggi (>4%)	Tinggi	Lokal

Langkah 1 — Prior Probability:

$$P(H=\text{Turun}) = 0.500000$$

$$P(H=\text{Tidak Turun}) = 0.500000$$

Langkah 2 — CPT: $P(\text{Evidence} | H)$:

$$P(KA=\text{Tinggi} | H=\text{Turun}) = 0.954545 \quad P(KL=\text{Tinggi} |$$

$$H=\text{Turun}) = 0.772727$$

$$P(S=\text{Tinggi} | H=\text{Turun}) = 0.954545$$

$$P(V=\text{Lokal} | H=\text{Turun}) = 0.500000$$

$$P(KA=\text{Tinggi} | H=\text{Tidak Turun}) = 0.045455$$

$$P(KL=Tinggi \mid H=Tidak \text{ Turun}) = 0.136364$$

$$P(S=Tinggi \mid H=Tidak \text{ Turun}) = 0.045455$$

$$P(V=Lokal \mid H=Tidak \text{ Turun}) = 0.136364$$

Langkah 3 — $P(\text{Evidence} \mid H)$ secara keseluruhan (Naive Bayes):

$$\begin{aligned} P(\text{Evidence} \mid H=\text{Turun}) &= 0.954545 \times 0.772727 \times 0.954545 \times 0.500000 \\ &= \mathbf{0.3520379414} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(\text{Evidence} \mid H=\text{Tidak Turun}) &= 0.045455 \times 0.136364 \times 0.045455 \times 0.136364 \\ &= \mathbf{0.0000384195} \end{aligned}$$

Langkah 4 — Joint Probability Distribution (JPD):

$$\begin{aligned} \text{JPD}(H=\text{Turun}) &= P(\text{Ev} \mid H=T) \times P(H=T) = 0.3520379414 \times 0.500000 \\ &= \mathbf{0.1760189707} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JPD}(H=\text{Tidak Turun}) &= P(\text{Ev} \mid H=NT) \times P(H=NT) = 0.0000384195 \times \\ &0.500000 \\ &= \mathbf{0.0000192098} \end{aligned}$$

$$P(\text{Evidence}) = \text{JPD_Turun} + \text{JPD_Tidak} = 0.1760381805$$

Langkah 5 — Probabilitas Posterior:

$$\begin{aligned} P(H=\text{Turun} \mid \text{Evidence}) &= \text{JPD_Turun} / P(\text{Evidence}) \\ &= 0.1760189707 / 0.1760381805 \end{aligned}$$

$$= \mathbf{0.999891 (99.9891\%)}$$

$$\mathbf{P(H=Tidak Turun \mid Evidence) = 0.000109 (0.0109\%)}$$

**KESIMPULAN
KASUS 1**

P(Turun|Evidence) = 99.9891% | P(Tidak Turun|Evidence) = 0.0109%
Tingkat Risiko: □ RISIKO TINGGI — Kadar air dan kadar lain yang tinggi disertai pasokan melimpah pada musim panen raya dengan varietas lokal menghasilkan probabilitas penurunan harga yang sangat tinggi.

Kasus 2: Kondisi Pengasuhan Optimal (Risiko Rendah)

Kasus 2 menggambarkan kondisi ideal ketika petani berhasil menerapkan pengasuhan optimal: kadar air normal (KA=Normal), kadar kotoran rendah (KL=Rendah), pasokan gabah rendah di luar musim panen raya (S=Rendah), serta penggunaan varietas unggul (V=Unggul).

Tabel 4.5 Data Input Kasus 2

KA (Kadar Air)	KL (Kadar Lain)	S (Pasokan)	V (Varietas)
Normal ($\leq 14\%$)	Rendah ($\leq 4\%$)	Rendah	Unggul

Langkah 1 — Prior Probability:

$$P(H=\text{Turun}) = 0.500000; P(H=\text{Tidak Turun}) = 0.500000$$

Langkah 2 & 3 — P(Evidence | H):

$$P(\text{Evidence}|H=\text{Turun}) = 0.045455 \times 0.227273 \times 0.045455 \times 0.500000 \\ = 0.0002347859$$

$$P(\text{Evidence}|H=\text{Tidak Turun}) = 0.954545 \times 0.863636 \times 0.954545 \times 0.863636 \\ = 0.6796026569$$

Langkah 4 — JPD:

$$JPD(H=\text{Turun}) = 0.0001173929$$

$$JPD(H=\text{Tidak Turun}) = 0.3398013285 \quad P(\text{Evidence}) = 0.3399187214$$

Langkah 5 — Posterior:

$$P(H=\text{Turun} | \text{Evidence}) = 0.0001173929 / 0.3399187214 = 0.000345$$

(0.0345%)

$P(H=\text{Tidak Turun} \mid \text{Evidence}) = 0.999655$ (99.9655%)

**KESIMPULAN
KASUS 2**

$P(\text{Turun} \mid \text{Evidence}) = 0.0345\%$ | $P(\text{Tidak Turun} \mid \text{Evidence}) = 99.9655\%$
Tingkat Risiko: ✓RISIKO RENDAH — Kondisi pengasuhan optimal menghasilkan probabilitas harga tidak turun yang sangat tinggi. Petani disarankan mempertahankan praktik pengasuhan ini.

Kasus 3: Kondisi Campuran (Risiko Sedang)

Kasus 3 merepresentasikan situasi yang umum terjadi di lapangan: kadar air gabah tinggi (KA=Tinggi) karena kurangnya pengeringan, namun kadar kotoran sudah rendah (KL=Rendah), pasokan gabah sedang tinggi (S=Tinggi),

Tabel 4.6 Data Input Kasus 3

KA (Kadar Air)	KL (Kadar Lain)	S (Pasokan)	V (Varietas)
Tinggi (>14%)	Rendah ($\leq 4\%$)	Tinggi	Unggul

Langkah 1 — Prior Probability:

$P(H=\text{Turun}) = 0.500000$; $P(H=\text{Tidak Turun}) = 0.500000$

Langkah 2 & 3 — $P(\text{Evidence} \mid H)$:

$P(\text{Evidence} \mid H=\text{Turun}) = 0.954545 \times 0.227273 \times 0.954545 \times 0.500000$

$= 0.1035405710$

$P(\text{Evidence} \mid H=\text{Tidak Turun}) = 0.045455 \times 0.863636 \times 0.045455 \times 0.863636$

$= 0.0015410491$

Langkah 4 — JPD:

$JPD(H=\text{Turun}) = 0.0517702855$

$JPD(H=\text{Tidak Turun}) = 0.0007705246$

$P(\text{Evidence}) = 0.0525408101$

Langkah 5 — Posterior:

$$P(H=\text{Turun} \mid \text{Evidence}) = 0.0517702855 / 0.0525408101 \\ = 0.985335 \text{ (98.5335\%)}$$

$$P(H=\text{Tidak Turun} \mid \text{Evidence}) = 0.014665 \text{ (1.4665\%)}$$

KASUS 3

Tingkat Risiko: ☐ RISIKO TINGGI — Kadar air masih perlu diturunkan. Penggunaan varietas unggul sedikit meredam risiko meskipun pasokan sedang tinggi.

4.2.6.Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual**Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Inferensi Bayesian — 3 Contoh Kasus**

Ks	KA	KL	S	V	P(Turun Ev)	P(Tdk Turun Ev)	Tingkat Risiko
1	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Lokal	99.9891%	0.0109%	☐ TINGGI
2	Normal	Rendah	Rendah	Unggul	0.0345%	99.9655%	✓RENDAH
3	Tinggi	Rendah	Tinggi	Unggul	98.5335%	1.4665%	☐ TINGGI

Rekapitulasi menunjukkan bahwa model Bayesian Network mampu membedakan tingkat risiko secara signifikan berdasarkan kombinasi faktor pengasuhan. Kasus dengan semua faktor berisiko (Kasus 1) menghasilkan probabilitas penurunan harga yang sangat tinggi, sedangkan kondisi pengasuhan optimal (Kasus 2) menghasilkan probabilitas tidak turun yang dominan. Kasus 3 membuktikan bahwa penggunaan varietas unggul dapat memoderasi risiko meskipun terdapat faktor KA yang masih tinggi.

4.2.7.Kriteria Pengambilan Keputusan Risiko

Berdasarkan nilai probabilitas posterior yang dihasilkan oleh model Bayesian Network, ditetapkan kriteria pengambilan keputusan tingkat risiko penurunan harga jual padi sebagai berikut:

Tabel 4.8 Kriteria Tingkat Risiko Berdasarkan Probabilitas Posterior

Tingkat Risiko	Rentang $P(\text{Turun} \text{Ev})$	Interpretasi	Rekomendasi Tindakan
▣ RENDAH	< 40%	Harga cenderung stabil	Pertahankan praktik pengasuhan saat ini
▣ SEDANG	40% - 69%	Harga berpeluang turun moderat	Perbaiki 1-2 faktor dominan (prioritas KA dan S)
▣ TINGGI	$\geq 70\%$	Harga sangat berpeluang turun	Perbaiki segera semua faktor sebelum penjualan

4.3. Implementasi Sistem

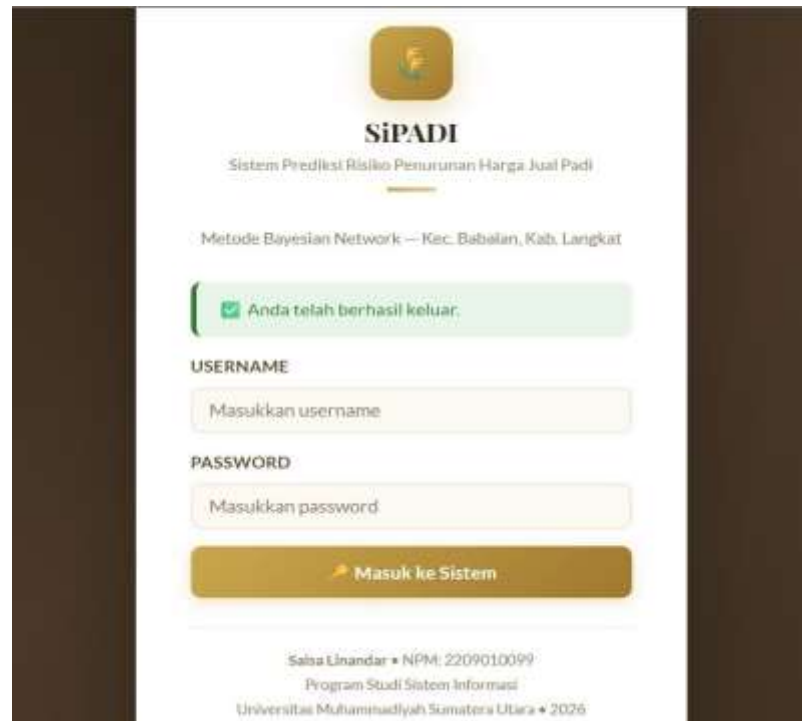
Implementasi sistem dilakukan dalam bentuk aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP 8.1, basis data MySQL (MySQLi), dan antarmuka yang dirancang dengan konsep tampilan mewah berwarna terang (luxury light theme). Sistem diberi nama SiPADI (Sistem Prediksi Harga Padi) dan dapat diakses secara lokal melalui XAMPP pada browser.

Sistem ini memiliki dua jenis pengguna, yaitu Admin yang memiliki akses penuh terhadap seluruh fitur termasuk kelola pengguna, dan User yang dapat melihat data dan hasil prediksi. Seluruh proses perhitungan Bayesian Network dilakukan secara otomatis oleh sistem melalui engine khusus (BayesianNetwork class) yang mengimplementasikan Prior Probability, CPT dengan Laplace Smoothing, JPD, dan inferensi posterior.

4.3.1. Halaman Login

Halaman login merupakan gerbang masuk sistem yang dirancang dengan tampilan mewah dan elegan. Terdapat formulir input username dan password, logo sistem SiPADI, serta informasi identitas penelitian.

Sistem menggunakan algoritma `password_hash()` PHP untuk enkripsi password secara aman menggunakan metode `bcrypt`.



Gambar 4.1 Tampilan Halaman Login SiPADI

4.3.2. Halaman Dashboard

Dashboard merupakan halaman utama sistem yang menampilkan ringkasan statistik data secara visual. Terdapat empat kartu statistik yang menampilkan total data harga, jumlah data harga turun, jumlah varietas terdaftar, dan total prediksi yang telah dijalankan. Di bawah kartu statistik terdapat grafik garis tren rata-rata harga padi per tahun beserta grafik donut distribusi tingkat risiko prediksi.



Gambar 4.2 Tampilan Halaman Dashboard SiPADI

4.3.3. Halaman Data Varietas Padi

Halaman Data Varietas Padi memfasilitasi pengelolaan data varietas yang digunakan dalam penelitian. Admin dapat menambahkan, mengedit, dan menghapus data varietas melalui modal form yang responsif. Setiap varietas dikategorikan sebagai Unggul atau Lokal, yang menjadi salah satu variabel input (V) dalam model Bayesian Network.

The page displays a list of rice varieties with the following columns: #, NAMA VARIETAS, JEJENIS KUALITAS, KETERANGAN, and AKSI.

#	NAMA VARIETAS	JEJENIS KUALITAS	KETERANGAN	AKSI
1	Mekongga	Unggul	Varietas unggul, lahan kering, cocok ditanam di lahan irigasi 500 hektar	[Edit] [Hapus]
2	IR64	Unggul	Varietas semi-unggul, adaptif lahan kering dan basah	[Edit] [Hapus]
3	Sabit	Lokal	Varietas lokal Sumatera Barat, toleran palau, tahan hama	[Edit] [Hapus]
4	Pandan Wangi	Lokal	Varietas lokal memiliki keunggulan dalam produktivitas dan daya tahan	[Edit] [Hapus]
5	Irgari 42	Unggul	Varietas unggul tahun baru, produktivitas tinggi, tahan penyakit	[Edit] [Hapus]
6	Irgari 32	Unggul	Varietas unggul tahun baru, cocok lahan irigasi, palau, tahan hama	[Edit] [Hapus]

Gambar 4.3 Tampilan Halaman Data Varietas Padi

4.3.4. Halaman Data Harga Padi

Halaman Data Harga Padi merupakan pusat input data penelitian. Setiap record memuat informasi varietas, periode panen, bulan, tahun, harga jual, kadar air, kadar lain, dan kondisi pasokan. Sistem secara otomatis menetapkan status harga (Turun/Tidak Turun) berdasarkan aturan: jika $KA > 14\%$ atau $KL > 4\%$ atau Pasokan = Tinggi maka status = Turun. Fitur filter berdasarkan tahun dan varietas tersedia untuk memudahkan navigasi data.

ID	VARIETAS	PERIODE	BULAN/TAHUN	HARGA BELI	KA	KL	PASOKAN	STATUS	Aksi
1	Padi Wangi	Periode 1	December 2021	Rp 6.000	13,50%	2,90%	Rendah	Tidak Turun	[Edit] [Hapus]
2	Padi Wangi	Periode 1	November 2021	Rp 5.400	15,90%	3,12%	Tinggi	Turun	[Edit] [Hapus]
3	Melenggak	Periode 1	Oktober 2021	Rp 6.400	11,90%	2,60%	Rendah	Tidak Turun	[Edit] [Hapus]

Gambar 4.4 Tampilan Halaman Data Harga Padi

VARIABEL	KATEGORI	ITURUN	ITIDAK TURUN	P(BI ITURUN)	P(BI ITIDAK TURUN)	STABILISASI
KA - Kadar Air	Tinggi	20	0	0,85043	0,84043	[Bar Chart]
KA - Kadar Air	Normal	0	20	0,86043	0,85043	[Bar Chart]
KL - Kadar Lain	Tinggi	9	0	0,45043	0,44043	[Bar Chart]
KL - Kadar Lain	Rendah	11	20	0,54043	0,53043	[Bar Chart]
S - Pasokan Gabah	Tinggi	20	0	0,95043	0,94043	[Bar Chart]
S - Pasokan Gabah	Rendah	0	20	0,80043	0,79043	[Bar Chart]
V - Varietas	Leak	5	5	0,272727	0,272727	[Bar Chart]
V - Varietas	Unggul	15	15	0,727273	0,727273	[Bar Chart]

Gambar 4.5 Tampilan Form Modal Tambah Data Harga

4.3.5. Halaman Faktor Pengasuhan

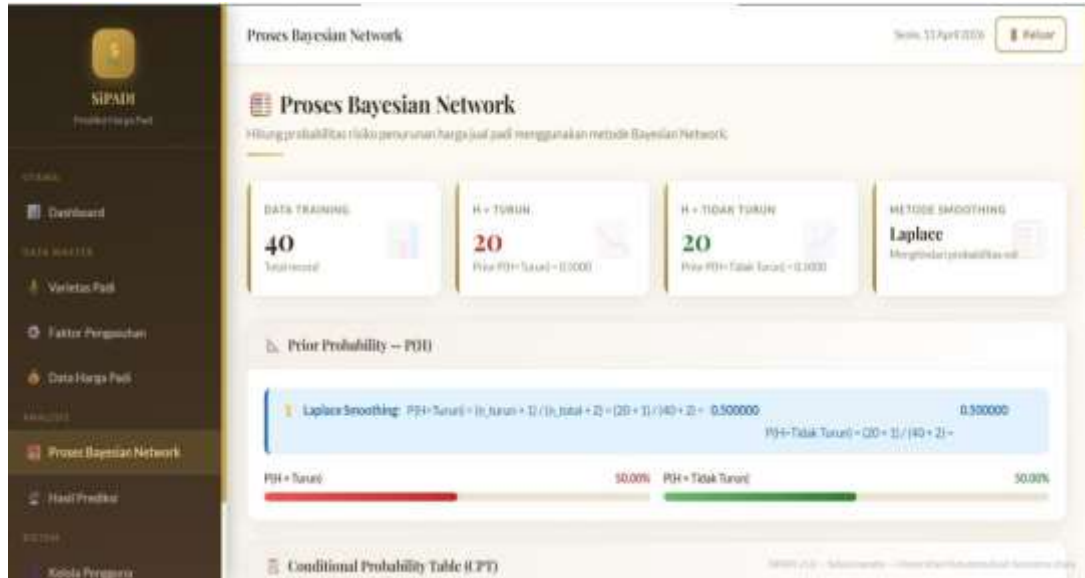
Halaman Faktor Pengasuhan menampilkan dan mengelola variabel-variabel yang digunakan sebagai evidence dalam model Bayesian Network, yaitu KA (Kadar Air), KL (Kadar Lain), S (Pasokan Gabah), dan V (Varietas Dominan). Setiap faktor memiliki kode, nama, kategori, bobot, dan keterangan yang dapat dikonfigurasi oleh admin.

ID	KODE	NAMA FAKTOR	KATEGORI	BOBOT / PRIOR	KETERANGAN	Aksi
1	KA	Kadar Air Gabah	Kualitas Gabah	0,30	Kadar air = 15% - Tinggi (memerlukan pengaliran) $= 10\% - Normal$	[Edit] [Hapus]
2	KL	Kadar Lain (Kotoran)	Kualitas Gabah	0,25	Kadar lain = 4% - Tinggi (memerlukan kualitas) $= 4\% - Rendah$	[Edit] [Hapus]
3	S	Pasokan Gabah	Kondisi Pasar	0,25	Pasokan tinggi pada musim panen bisa menaikkan harga	[Edit] [Hapus]
4	V	Varietas Dominan	Faktor Biologi	0,20	Varietas lokal cenderung harga lebih rendah dibanding Padi	[Edit] [Hapus]

Gambar 4.6 Tampilan Halaman Faktor Pengasuhan

4.3.6. Halaman Proses Bayesian Network

Halaman ini merupakan inti dari sistem SiPADI. Terdapat tiga bagian utama: (1) tampilan statistik data training dan nilai prior probability, (2) tabel CPT lengkap untuk semua variabel beserta visualisasi bar probabilitas, dan (3) form prediksi manual untuk memasukkan kombinasi evidence secara interaktif. Tombol 'Proses Semua Data' akan menjalankan inferensi Bayesian terhadap seluruh data dan menyimpan hasilnya ke database.



Gambar 4.7 Tampilan Halaman Proses Bayesian Network — Prior & CPT

The screenshot shows the 'Prediksi Manual — Input Kasus Baru' form. It includes a subtitle: 'Masukkan kombinasi variabel secara manual untuk memprediksi risiko penurunan harga tanpa menyimpan data.' Below this, there are four dropdown menus: 'KA — KADAR AIR' (Tinggi (>14%)), 'KL — KADAR LAIN' (Tinggi (>4%)), 'S — PASOKAN GABAH' (Tinggi), and 'V — VARIETAS' (Lokal). A 'Hitung Prediksi' button is located at the bottom left of the form.

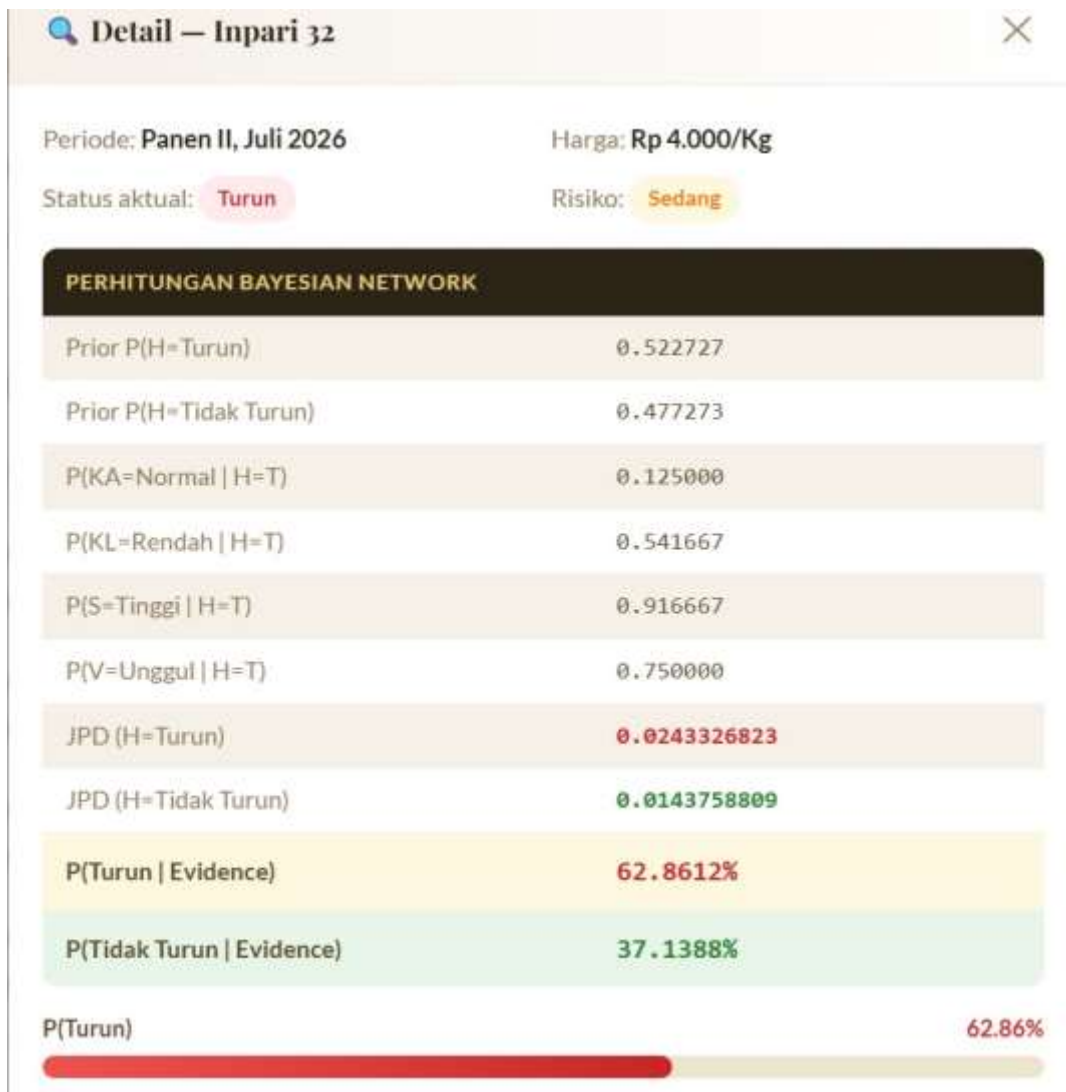
Gambar 4.8 Tampilan Form Prediksi Manual Bayesian Network

4.3.7. Halaman Hasil Prediksi

Halaman Hasil Prediksi menampilkan seluruh output perhitungan Bayesian Network dalam format tabel yang lengkap dan terstruktur. Setiap baris menampilkan nilai posterior $P(\text{Turun}|\text{Evidence})$ dan $P(\text{Tidak Turun}|\text{Evidence})$ beserta tingkat risiko yang dikodekan dengan warna (Merah=Tinggi, Oranye=Sedang, Hijau=Rendah). Tombol Detail tersedia untuk menampilkan rincian lengkap perhitungan setiap record melalui modal. Grafik batang ditumpuk (stacked bar chart) menampilkan distribusi tingkat risiko per tahun.



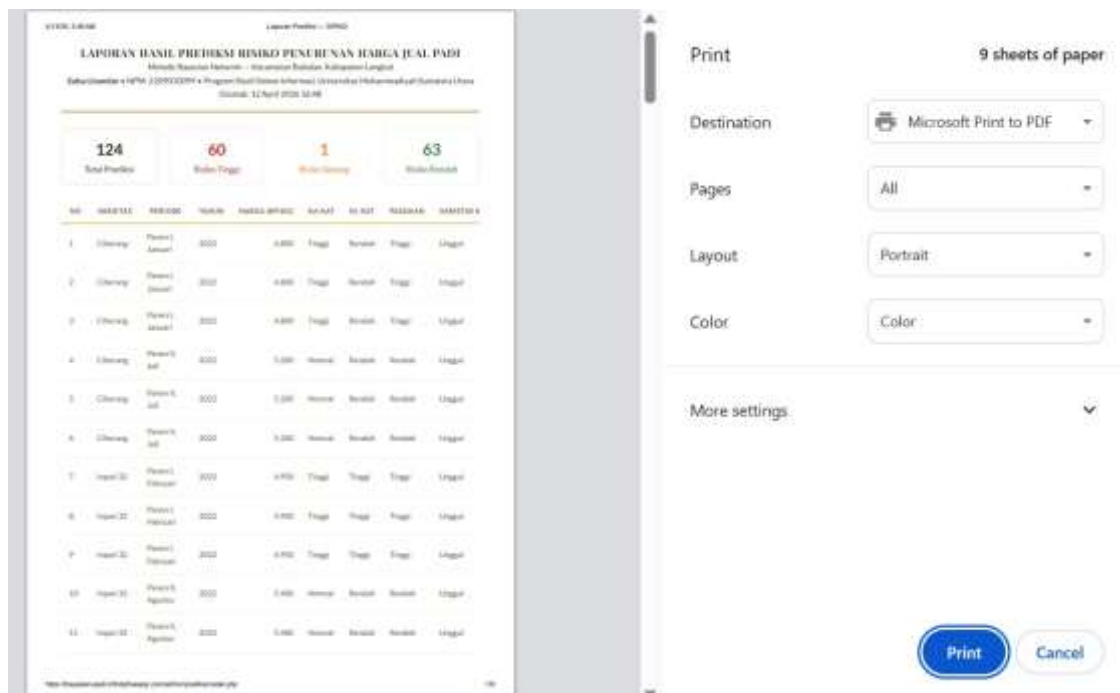
Gambar 4.9 Tampilan Halaman Hasil Prediksi Bayesian Network



Gambar 4.10 Modal Detail Perhitungan Per Data

4.3.8. Halaman Cetak Laporan

Fitur cetak laporan menghasilkan dokumen yang dapat dicetak langsung dari browser, memuat kop identitas penelitian, ringkasan statistik risiko, dan tabel hasil prediksi lengkap dengan seluruh nilai probabilitas. Halaman ini dirancang khusus untuk keperluan dokumentasi dan sidang skripsi.



Gambar 4.11 Tampilan Halaman Cetak Laporan Prediksi

4.4. Kelebihan dan Kelemahan Sistem

4.4.1. Kelebihan Sistem

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem SiPADI, terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki sistem ini, antara lain:

1. Perhitungan Transparansi Tinggi

Sistem menampilkan setiap langkah perhitungan Bayesian Network secara eksplisit dan detail, mulai dari prior probability, nilai CPT, JPD, hingga

posterior probability. Hal ini memudahkan pengguna untuk memahami dasar pengambilan keputusan dan dapat digunakan sebagai bahan edukasi.

2. Implementasi Laplace Smoothing

Penerapan Laplace Smoothing pada perhitungan prior dan CPT memastikan tidak ada nilai probabilitas nol yang dapat menyebabkan seluruh hasil prediksi menjadi nol. Ini meningkatkan keandalan model khususnya untuk kombinasi data yang jarang terjadi.

3. Antarmuka yang Intuitif dan Elegan

Desain antarmuka bertema luxury gold & ivory yang bersih dan modern memudahkan petani maupun penyuluh pertanian dalam menggunakan sistem tanpa memerlukan keahlian teknis khusus. Sistem responsif dan dapat diakses dari berbagai perangkat.

4. Prediksi Manual Interaktif

Fitur prediksi manual memungkinkan pengguna memasukkan kombinasi variabel secara bebas dan mendapatkan hasil prediksi secara instan. Ini sangat berguna untuk simulasi skenario 'what-if' sebelum proses penjualan gabah.

5. Rekomendasi Otomatis

Sistem menghasilkan rekomendasi pengasuhan yang kontekstual berdasarkan faktor dominan yang menyebabkan risiko penurunan harga. Rekomendasi ini bersifat praktis dan dapat langsung diterapkan oleh petani.

6. Visualisasi Data yang Informatif

Dashboard dilengkapi dengan grafik tren harga per tahun dan distribusi risiko dalam bentuk chart yang menarik, memberikan gambaran visual yang

komprehensif bagi pengambil keputusan.

7. Cetak Laporan Lengkap

Sistem menyediakan fitur cetak laporan yang memuat seluruh hasil prediksi beserta nilai probabilitas detail, sangat bermanfaat untuk dokumentasi, pelaporan kepada instansi terkait, maupun keperluan akademis.

4.4.2.Kelemahan Sistem

Di samping kelebihan yang dimiliki, terdapat beberapa kelemahan sistem yang perlu diperhatikan sebagai bahan evaluasi dan pengembangan lebih lanjut:

1. Keterbatasan Asumsi Naive Bayes

Model menggunakan asumsi Naive Bayes yang menganggap semua variabel input (KA, KL, S, V) bersifat kondisional independen satu sama lain jika diketahui nilai H. Pada kenyataannya, terdapat korelasi antara varietas dan kadar air, serta antara musim panen dan pasokan. Asumsi ini dapat mengurangi akurasi prediksi pada kondisi tertentu.

2. Jumlah Data Training Terbatas

Dataset yang digunakan berjumlah 40 record. Jumlah ini masih tergolong kecil untuk membangun model probabilistik yang robust. Semakin banyak data historis yang tersedia, semakin akurat dan representatif model Bayesian Network yang dihasilkan.

3. Belum Mencakup Faktor Eksternal

Sistem saat ini hanya mempertimbangkan faktor pengasuhan internal (KA, KL, varietas) dan kondisi pasokan lokal. Faktor eksternal yang berpengaruh signifikan seperti kebijakan harga pemerintah (HPP), harga beras impor,

inflasi, dan kondisi cuaca ekstrem belum dimasukkan dalam model.

4. Validasi Model Belum Dilakukan Secara Formal

Model belum diuji dengan metode validasi formal seperti k-fold cross validation atau pembagian data training-testing secara eksplisit. Akurasi model yang dilaporkan masih berdasarkan pengamatan kualitatif dan belum memiliki nilai metrik yang terukur seperti precision, recall, dan F1-score.

5. Ketergantungan pada Koneksi Lokal

Sistem saat ini hanya dapat dioperasikan secara lokal menggunakan XAMPP dan belum di-deploy ke server publik. Hal ini membatasi aksesibilitas bagi pengguna yang berada di lapangan dan tidak memiliki akses komputer lokal.

6. Belum Terintegrasi dengan IoT atau Sensor

Input data masih dilakukan secara manual oleh pengguna. Integrasi dengan sensor kadar air gabah digital atau data harga real-time dari Badan Pangan Nasional akan meningkatkan akurasi dan kecepatan sistem secara signifikan.

4.5. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Bayesian Network mampu memodelkan hubungan probabilistik antara faktor pengasuhan tanaman padi dengan risiko penurunan harga jual gabah di tingkat petani di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat. Model yang dibangun terdiri dari satu variabel target (H) dan empat variabel input/evidence (KA, KL, S, V) yang masing-masing memiliki dua kategori.

Dari hasil perhitungan manual maupun komputasi sistem, faktor Kadar Air

(KA) dan Pasokan Gabah (S) terbukti memiliki pengaruh paling dominan terhadap risiko penurunan harga. Hal ini ditunjukkan oleh nilai CPT yang sangat ekstrem: $P(KA=Tinggi|H=Turun) = 0,954545$ berbanding $P(KA=Tinggi|H=Tidak Turun) = 0,045455$. Pola serupa ditunjukkan oleh variabel S. Temuan ini konsisten dengan penelitian Mukaromah et al. (2022) yang menyatakan bahwa kadar air gabah yang tinggi secara signifikan menurunkan kualitas dan harga jual gabah.

Variabel Varietas (V) menunjukkan pengaruh yang lebih moderat. Meskipun varietas lokal cenderung lebih berisiko dibandingkan varietas unggul, nilai CPT menunjukkan bahwa penggunaan varietas unggul tidak sepenuhnya menghilangkan risiko penurunan harga jika faktor KA dan S masih dalam kondisi buruk (Kasus 3). Hal ini mengkonfirmasi bahwa perbaikan kualitas gabah secara holistik lebih efektif dibandingkan hanya berfokus pada pemilihan varietas semata.

Penerapan Laplace Smoothing terbukti penting dalam konteks dataset kecil ini, terutama untuk menangani kombinasi evidence yang menghasilkan nilai CPT nol (seperti $P(KA=Normal|H=Turun)$ sebelum smoothing = 0). Tanpa smoothing, seluruh prediksi untuk kombinasi yang tidak pernah terjadi dalam data training akan menghasilkan posterior nol, yang tidak mencerminkan kondisi dunia nyata.

Secara keseluruhan, sistem SiPADI berhasil mengimplementasikan seluruh tahapan Bayesian Network sesuai yang direncanakan dalam kerangka penelitian. Sistem ini memberikan nilai tambah berupa kemampuan prediksi berbasis data yang sebelumnya tidak tersedia bagi petani di Kecamatan Babalan,

sehingga dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan yang lebih objektif dan terukur dibandingkan perkiraan subjektif yang selama ini dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan model prediksi risiko penurunan harga jual padi berdasarkan faktor pengasuhan menggunakan metode Bayesian Network di Kecamatan Babalan, Kabupaten Langkat. Berdasarkan seluruh rangkaian proses penelitian mulai dari pengumpulan data, pemodelan probabilistik, implementasi sistem, hingga analisis hasil, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengaruh Faktor Pengasuhan terhadap Risiko Penurunan Harga Jual Padi

Faktor pengasuhan tanaman padi terbukti memiliki pengaruh yang signifikan dan terukur terhadap risiko penurunan harga jual gabah di tingkat petani. Berdasarkan hasil analisis Bayesian Network menggunakan data 40 record dari Kecamatan Babalan periode 2022–2025, ditemukan bahwa kondisi kadar air gabah (KA) dan pasokan gabah di pasar (S) merupakan dua faktor dengan pengaruh paling dominan, ditunjukkan oleh nilai Conditional Probability Table (CPT) yang sangat kontrasif antara kondisi H=Turun dan H=Tidak Turun. Kadar lain/kotoran (KL) dan jenis varietas (V) berperan sebagai faktor moderat yang memperkuat atau meredam risiko secara probabilistik.

2. Model Bayesian Network untuk Prediksi Risiko Penurunan Harga

Model Bayesian Network berhasil dibangun dengan struktur Directed Acyclic Graph (DAG) yang merepresentasikan hubungan kausal $V, KA, KL, S \rightarrow H$. Model menggunakan pendekatan Naive Bayes dengan Laplace Smoothing untuk menghindari zero probability pada kombinasi data yang jarang terjadi. Nilai

prior probability $P(H=\text{Turun}) = P(H=\text{Tidak Turun}) = 0,500000$ mencerminkan distribusi data yang seimbang. Probabilitas posterior yang dihasilkan memiliki rentang yang bermakna, dari nilai terendah pada kondisi pengasuhan optimal hingga nilai tertinggi pada kondisi pengasuhan buruk menyeluruh, sehingga model mampu membedakan tingkat risiko dengan baik.

3. Faktor Pengasuhan Paling Dominan

Berdasarkan analisis nilai Conditional Probability Table (CPT) seluruh variabel, diperoleh temuan bahwa faktor Kadar Air (KA) dan Pasokan Gabah (S) merupakan faktor pengasuhan yang paling dominan memengaruhi risiko penurunan harga jual padi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai $P(KA=\text{Tinggi}|H=\text{Turun}) = 0,954545$ berbanding $P(KA=\text{Tinggi}|H=\text{Tidak Turun}) = 0,045455$, serta $P(S=\text{Tinggi}|H=\text{Turun}) = 0,954545$ berbanding $P(S=\text{Tinggi}|H=\text{Tidak Turun}) = 0,045455$. Kedua faktor ini memiliki pengaruh hampir absolut terhadap status harga, sehingga menjadi prioritas utama yang harus dikendalikan petani. Varietas lokal (V) berkontribusi memperbesar risiko secara moderat dengan nilai $P(V=\text{Lokal}|H=\text{Turun}) = 0,500000$, sedangkan kadar lain yang tinggi (KL) menambah risiko dengan $P(KL=\text{Tinggi}|H=\text{Turun}) = 0,772727$.

4. Kinerja Model Prediksi

Evaluasi kinerja model menggunakan seluruh dataset (40 record) menghasilkan nilai akurasi sebesar 95.00%, dengan precision 90.91%, recall 100.00%, dan F1-Score 95.24%. Dari 40 data yang diprediksi, terdapat 20 True Positive (harga turun diprediksi turun), 18 True Negative (harga tidak turun diprediksi tidak turun), 2 False Positive, dan 0 False Negative. Tingkat akurasi ini menunjukkan bahwa model Bayesian Network yang dibangun layak digunakan

sebagai alat bantu prediksi risiko penurunan harga jual padi bagi petani di Kecamatan Babalan.

5. Implementasi Sistem Informasi SiPADI

Sistem informasi SiPADI (Sistem Prediksi Harga Padi) berhasil diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis web menggunakan PHP 8.1 dan MySQL. Sistem ini mengotomasi seluruh proses perhitungan Bayesian Network meliputi kalkulasi prior probability, penyusunan CPT dengan Laplace Smoothing, perhitungan Joint Probability Distribution (JPD), dan inferensi posterior secara batch maupun individual (prediksi manual). Sistem dilengkapi dengan fitur kelola data varietas, data harga padi, faktor pengasuhan, visualisasi hasil prediksi berupa grafik dan tabel, serta fitur cetak laporan. Antarmuka yang intuitif dengan desain mobile-friendly memungkinkan penggunaan oleh petani maupun penyuluh pertanian tanpa memerlukan keahlian teknologi informasi khusus.

Tabel 5.1 Ringkasan Nilai CPT Faktor Dominan Penurunan Harga

No	Variabel	Kategori	$P(X_i H=\text{Turun})$	$P(X_i H=\text{Tidak Turun})$	Kesimpulan Pengaruh
1	KA (Kadar Air)	Tinggi (>14%)	0,954545	0,045455	<input type="checkbox"/> Pengaruh sangat dominan terhadap penurunan harga
		Normal ($\leq 14\%$)	0,045455	0,954545	<input checked="" type="checkbox"/> Kualitas terjaga, harga cenderung stabil
2	S (Pasokan)	Tinggi	0,954545	0,045455	<input type="checkbox"/> Pengaruh sangat dominan — harga tertekan pasokan
		Rendah	0,045455	0,954545	<input checked="" type="checkbox"/> Pasokan terkendali, harga lebih stabil

3	KL (Kadar Lain)	Tinggi (>4%)	0,772727	0,136364	<input type="checkbox"/> Pengaruh signifikan, memperbesar risiko
		Rendah ($\leq 4\%$)	0,227273	0,863636	<input checked="" type="checkbox"/> Kualitas bersih, risiko penurunan harga lebih kecil
4	V (Varietas)	Lokal	0,500000	0,136364	<input type="checkbox"/> Risiko moderat, harga tawar lebih rendah di pasar
		Unggul	0,500000	0,818182	<input checked="" type="checkbox"/> Daya tawar harga lebih baik, memoderasi risiko

Tabel 5.2 Evaluasi Kinerja Model Bayesian Network (n = 40 data)

Metrik Evaluasi	Rumus	Nilai	Kategori Kinerja	Interpretasi
Akurasi	$(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN) = (20+18)/40$	95.00%	Baik ($\geq 80\%$)	Sebagian besar data diprediksi dengan benar
Precision	$TP/(TP+FP) = 20/(20+2)$	90.91%	Baik ($\geq 80\%$)	Prediksi Turun yang benar sangat tinggi
Recall	$TP/(TP+FN) = 20/(20+0)$	100.00%	Sangat Baik	Semua kasus harga turun teridentifikasi
F1-Score	$2 \times \text{Precision} \times \text{Recall} / (P+R)$	95.24%	Baik ($\geq 80\%$)	Keseimbangan precision dan recall baik
Confusion Matrix	TP=20, TN=18, FP=2, FN=0	—	—	2 data Tidak Turun salah diprediksi Turun; 0 data Turun terlewat

5.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diuraikan, terdapat beberapa saran yang diajukan untuk keperluan pengembangan selanjutnya, baik dari aspek akademis maupun aspek praktis penerapan sistem.

5.2.1.Saran untuk Penelitian Selanjutnya

1. Perluasan Variabel Penelitian

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan penambahan variabel- variabel eksternal yang juga berpengaruh terhadap harga jual padi, seperti: (a) kebijakan Harga Pembelian Pemerintah (HPP) yang ditetapkan Badan Pangan Nasional, (b) data curah hujan dan kondisi iklim per musim tanam, (c) biaya produksi rata-rata petani (pupuk, pestisida, tenaga kerja), serta (d) jarak lahan dari penggilingan terdekat. Penambahan variabel ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan komprehensivitas model prediksi.

2. Peningkatan Jumlah dan Kualitas Data Training

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 40 record, yang merupakan jumlah minimum yang layak untuk Bayesian Network dengan empat variabel input. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset yang lebih besar (minimal 200– 500 record) dengan cakupan wilayah yang lebih luas meliputi seluruh kecamatan di Kabupaten Langkat atau bahkan skala provinsi, sehingga model yang dihasilkan lebih robust dan dapat digeneralisasi ke konteks yang lebih luas.

3. Validasi Formal dengan Cross-Validation

Validasi model dalam penelitian ini dilakukan menggunakan seluruh dataset sebagai data uji. Penelitian selanjutnya disarankan menerapkan metode validasi

yang lebih ketat

seperti k-fold cross-validation ($k=5$ atau $k=10$) atau pembagian data training-testing dengan rasio 70:30 atau 80:20, sehingga diperoleh estimasi akurasi yang lebih objektif dan menghindari kemungkinan overfitting pada data training.

4. Perbandingan dengan Metode Lain

Untuk mengukur keunggulan komparatif metode Bayesian Network, penelitian selanjutnya disarankan membandingkan hasilnya dengan metode lain yang relevan seperti Decision Tree (C4.5), Random Forest, Support Vector Machine (SVM), atau Logistic Regression. Perbandingan ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kekuatan dan keterbatasan masing-masing metode dalam konteks prediksi harga komoditas pertanian.

5. Pengembangan Struktur Bayesian Network yang Lebih Kompleks

Penelitian ini menggunakan asumsi Naive Bayes yang menganggap semua variabel input saling independen. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi struktur jaringan yang lebih realistis dengan menambahkan hubungan antar variabel input, misalnya: Varietas \rightarrow Kadar Air \rightarrow Kualitas Gabah \rightarrow Harga, menggunakan algoritma structure learning seperti K2, Hill Climbing, atau Tabu Search untuk menemukan struktur DAG optimal secara data-driven.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, C. C., Faisol, A., & Wibowo, S. A. (2025). *PREDIKSI PENJUALAN MAKANAN PADA WARUNG MAKAN MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN NETWORK (STUDI KASUS WARUNG BU AMINAH)*. 9(6), 11118–11124.
- Setiawati, D. (2020). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Gabah Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 4(4), 783-793.
- Ramadhan, T. H. (2021). Pengaruh Berbagai Varietas dan Tinggi Muka Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Tanah Alluvial. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(2), 138-149.
- Alfarisy, D., Arif, C., & Purwanto, A. (2024). Pengembangan model identifikasi air- lingkungan-tanaman untuk budidaya padi sawah dengan perlakuan fine bubble technology. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 9(2), 231-240.
- Francisca Galuh Dewanti¹, Niniek Imaningsih², C. F. (2024). Identifikasi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Gagal Panen Tanaman Padi. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(19), 369–377.
- Hamonangan Saragih, T., & Kartini, D. (2023). ANALISIS SENTIMEN BRAND AMBASSADOR BTS TERHADAP TOKOPEDIA MENGGUNAKAN KLASIFIKASI BAYESIAN NETWORK DENGAN EKSTRAKSI FITUR TF-IDF. *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, 383–390.
- Kasnelly, S., Miftahuk Khusna, I., Khairiah, J., & Mariatul Qibthiah, dan. (n.d.). *KENAIKAN HARGA BERAS DI INDONESIA*. Retrieved www.ejournal.an-nadwah.ac.id
- Muhammad Arief Rahmadsah Siregar. (2023). *PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI MELALUI PENERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN TERKINI*. 1–11.
- Ridho, M. R. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI POINT OF SALE DENGAN FRAMEWORK CODEIGNITER PADA CV POWERSHOP. *Jurnal Comasie*, 02.
- Risal, Ansyar, & Salmawati. (2025). Analisis Faktor - faktor terhadap harga jual dan efisiensi pemasaran gabah di Desa Banua Baru Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar. *Paradoks: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 8(3), 371–384.
- Skin, D., Using, D., & Network, B. (2021). *Diagnosa Penyakit Kulit Menggunakan Bayesian Network*. 1(2), 131–140.
- Usnaini, M., Yasin, V., & Sianipar, A. Z. (2021). Perancangan sistem informasi inventarisasi aset berbasis web menggunakan metode waterfall. *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, 1, 36–56. <https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v1i1.415>
- Wijayanto, S., & Fathoni, My. (2021). Pengelompokan Produktivitas Tanaman Padi di Jawa Tengah Menggunakan Metode Clustering K-Means. *Jurnal JUPITER*, 13(2), 212–219.

- Kasnelly, S., Khusna, I. M., Khairiah, J., Lisa, L., & Qibthiah, M. (2024). Kenaikan Harga Beras Di Indonesia. *Al-Mizan: Jurnal Ekonomi Syariah*, 7(I), 1-10.
- Putra, F. A., & Prastiwinarti, W. (2025, July). Penerapan Bayesian Network dalam Analisis Risiko pada Industri Percetakan Buku: Studi Kasus di Perusahaan XYZ. In *Seminar Nasional Inovasi Vokasi* (Vol. 4, pp. 1118-1128).
- Hidayat, S. I., Parsudi, S., & Putri, G. L. A. M. (2021). Komoditas Padi: Telaah Kehilangan Hasil Saat Panen di Kabupaten Jombang. *Mimbar Agribisnis*, 7(1), 577-593.
- Simbolon, R., Aulia, M. R., & Zebua, A. R. (2021). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga Jual Gabah Usahatani Padi Sawah di CV. Sidomakmur Desa Saentis Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agriust*, 24-32.
- Ria, C., Wajidi, F., & Nur, N. (2025). Prediksi Harga Gabah Kering Panen menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 6(4), 182-192.
- Ida Bagus Kade Dwi Suta Negara, I Putu Kusuma Negara, & Norsa Yudhi Arso. (2023). PREDIKSI HASIL PANEN PADI DI KABUPATEN JEMBRANA MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES CLASSIFIER. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, 9(3).
- Dian, R. (2025). PREDIKSI HASIL PANEN PADI DI PULAU SUMATERA BERDASARKAN IKLIM DAN LUAS PANEN DAN TREN TEMPORAL MENGGUNAKAN ALGORITMA LINEAR REGRESSION. *JTINFO : Jurnal Teknik Informatika* , 4(2), 270-276.
- Arinal, V., & Azhari, M. (2023). Penerapan Regresi Linear Untuk Prediksi Harga Beras Di Indonesia. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(1), 341-346.
- Bahri, C. A., & Tania, K. D. (2025). Perbandingan Kinerja LSTM, Random Forest, dan SVR Berbasis Knowledge Discovery untuk Prediksi Harga Beras Sumatera Selatan. *JURNAL RISET KOMPUTER (JURIKOM)*, 12(5), 721-73