



**Universitas Pembangunan Nasional
“Veteran” Jawa Timur**



Proyek Akhir Matematika Diskrit

PEMODELAN DINAMIKA HARGA SEMBAKO DI JAWA TIMUR MENJELANG HARI BESAR MENGGUNAKAN 9 KONSEP MATEMATIKA DISKRIT

Dosen Pembimbing: Dr.Eng. Muhammad Zulhaj Aliansyah, S.T., M.Eng.

KELOMPOK 5:



Ahmad Kenzy Farzaq

24083010054

Muhammad Wildan Sultansyah

24083010079

Rizki Faza Hafiyyan Nusantara

24083010099

LATAR BELAKANG

Fluktuasi harga sembako menjelang hari besar seperti Lebaran dan Tahun Baru merupakan pola berulang yang mempengaruhi stabilitas ekonomi di Jawa Timur. Peningkatan permintaan dalam waktu singkat sering memicu ketidakseimbangan pasar, sehingga harga sejumlah komoditas mengalami perubahan signifikan. Meskipun data pergerakan harga telah tersedia melalui Sistem Informasi Ketersediaan dan Perkembangan Harga Bahan Pokok (**SISKAPERBAPO**), analisis yang dilakukan masih dominan bersifat deskriptif dan belum memberikan gambaran struktural mengenai pola perubahan harga dari hari ke hari.

Pemodelan dinamika harga menggunakan sembilan konsep matematika diskrit menjadi relevan karena data harga bersifat harian, diskrit, dan membentuk pola tertentu menjelang hari besar. Pendekatan matematis ini diharapkan mampu menangkap hubungan antarvariabel, mengidentifikasi fase kritis, serta menghasilkan prediksi yang lebih terukur. Dengan demikian, model yang dihasilkan dapat memberikan manfaat tidak hanya secara teoretis, tetapi juga sebagai dukungan pengambilan keputusan bagi pemerintah dan pelaku pasar dalam menjaga stabilitas harga.

DESKRIPSI DATASET

Dataset diperoleh dari **SISKAPERBAPO** kemudian direkap menjadi deret waktu mingguan untuk dua *event* utama: Tahun Baru dan Lebaran, pada rentang minggu -4 hingga +4 dari hari H di tahun 2023, 2024, dan 2025. Diperoleh data sebanyak 36 data, mencakup 10 komoditas sembako, yaitu: *beras, gula pasir, minyak goreng, daging sapi, daging ayam, telur ayam, bawang merah, bawang putih, cabai merah, dan cabai rawit.*

Setiap data mingguan menggambarkan pola perubahan harga yang bersifat bertahap dan diskrit, sehingga cocok dimodelkan menggunakan konsep matematika diskrit. Struktur dataset ini memungkinkan analisis terhadap dinamika harga, identifikasi fase perubahan, serta pemetaan transisi dan risiko untuk masing-masing komoditas dan *event*.

Tahun Baru	-4	2024-12-11	14467	17377	19228
Tahun Baru	-3	2024-12-18	14246	16529	19241
Tahun Baru	-2	2024-12-25	14265	16569	19327
Tahun Baru	-1	2024-12-31	14268	16594	19363
Tahun Baru	0	2025-01-01	14273	16588	19372
Tahun Baru	1	2025-01-08	14289	16700	19431
Tahun Baru	2	2025-01-15	14271	16849	19511
Tahun Baru	3	2025-01-22	14281	16908	19589
Tahun Baru	4	2025-01-29	14268	16973	19649
Lebaran	-4	2025-03-03	14383	17205	19901
Lebaran	-3	2025-03-10	14430	17208	19839
Lebaran	-2	2025-03-17	14450	17210	19914
Lebaran	-1	2025-03-24	14450	17229	19874
Lebaran	0	2025-03-31	14500	17213	19977
Lebaran	1	2025-04-07	14477	17227	19997
Lebaran	2	2025-04-14	14498	17288	19988
Lebaran	3	2025-04-21	14464	17324	19975
Lebaran	4	2025-04-28	14489	12443	17274

9 KONSEP YANG DIGUNAKAN

 ***FINITE STATE MACHINE (FSM)***

 ***RECURRENCE RELATIONS***

 **INDUKSI MATEMATIS**

 **TEORI GRAF**

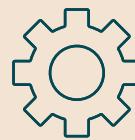
 **OPERASI LOGIKA (BOOLEAN)**

 **KOMBINATORIKA**

 **TEORI BILANGAN**

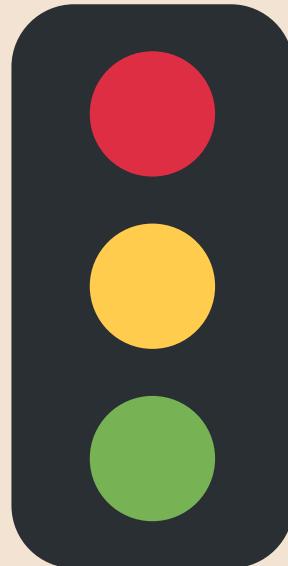
 **TEORI HIMPUNAN**

 **TEORI PELUANG DISKRIT**



FINITE STATE MACHINE (FSM)

Sebuah model sistem yang hanya bisa berada dalam satu kondisi (*state*) pada satu waktu tertentu. Sistem ini akan berpindah dari satu kondisi ke kondisi lain hanya jika ada pemicu (input) yang spesifik.



Analogi Lampu Lalu Lintas

Pasar tidak selalu stabil. Jadi bisa dibagi menjadi 4 status warna agar lebih mudah dipahami.

NORMAL

Harga stabil, aman untuk belanja.

SIAGA

Harga mulai naik sedikit.

PERINGATAN

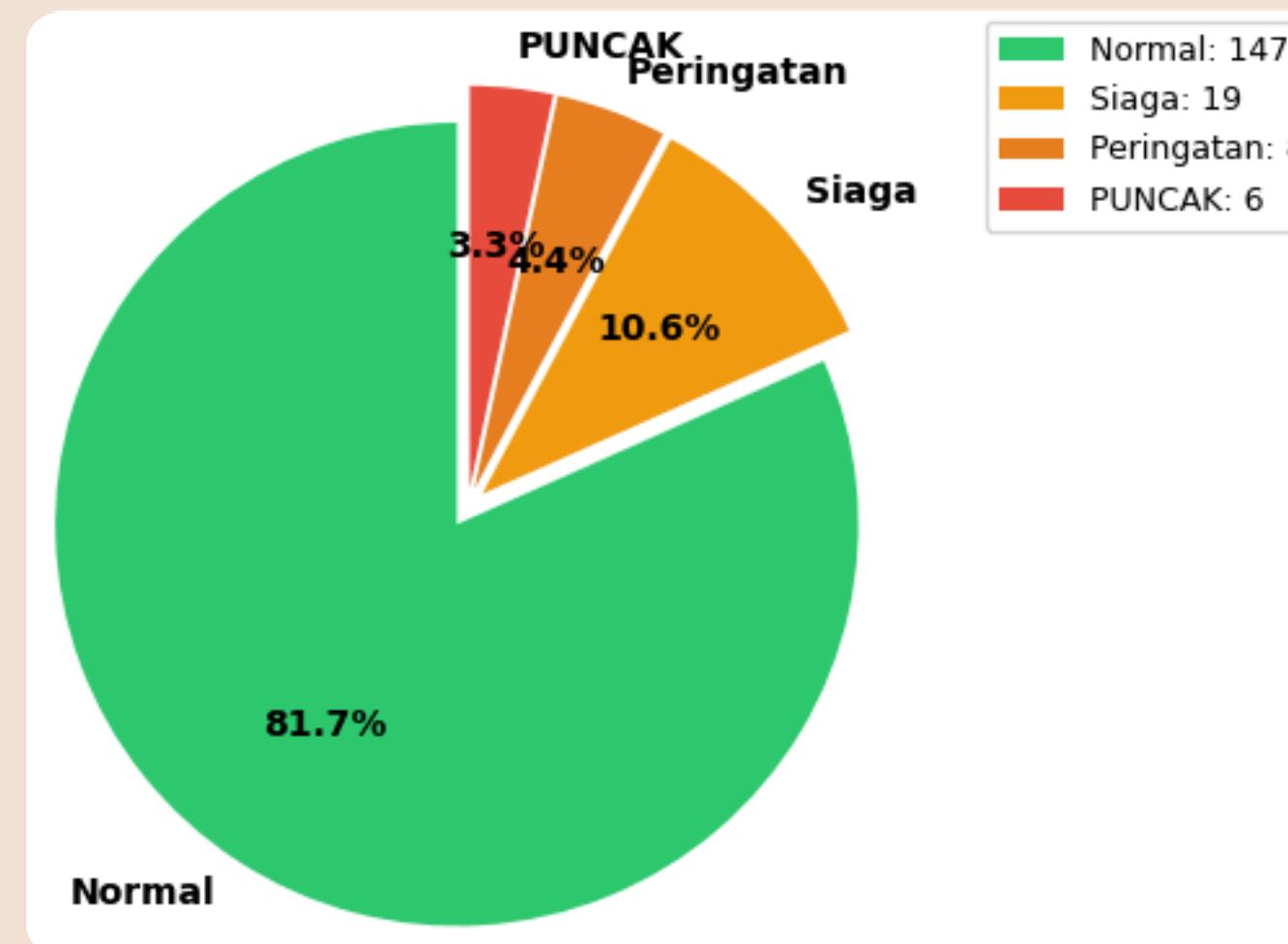
Kenaikan harga cukup signifikan.

PUNCAK

Harga tertinggi (Mahal).

FINITE STATE MACHINE (FSM)

FSM membagi 180 data harga ke 4 kondisi (Normal, Siaga, Peringatan, Puncak) menggunakan **threshold adaptif** per komoditas dan event.



Komoditas Paling Sering Krisis dan Stabil

Bawang Merah (paling volatile)

Normal 5× (27.8%), Siaga 3× (16.7%),
Peringatan 4× (22.2%), Puncak 6× (33.3%)

Contoh harga awal: minggu -4 = Rp 27.532

Krisis 55.56%

Telur Ayam (paling stabil)

Normal 18× (100%), tidak pernah masuk Peringatan/Puncak.
Contoh harga awal: minggu -4 = Rp 30.789

Krisis 0.00%



RECURRENCE RELATIONS

Reccurrence Relations adalah sebuah persamaan yang mendefinisikan nilai di masa depan berdasarkan nilai sebelumnya.

$$P(n) = P(n-1) \times (1 + r)$$

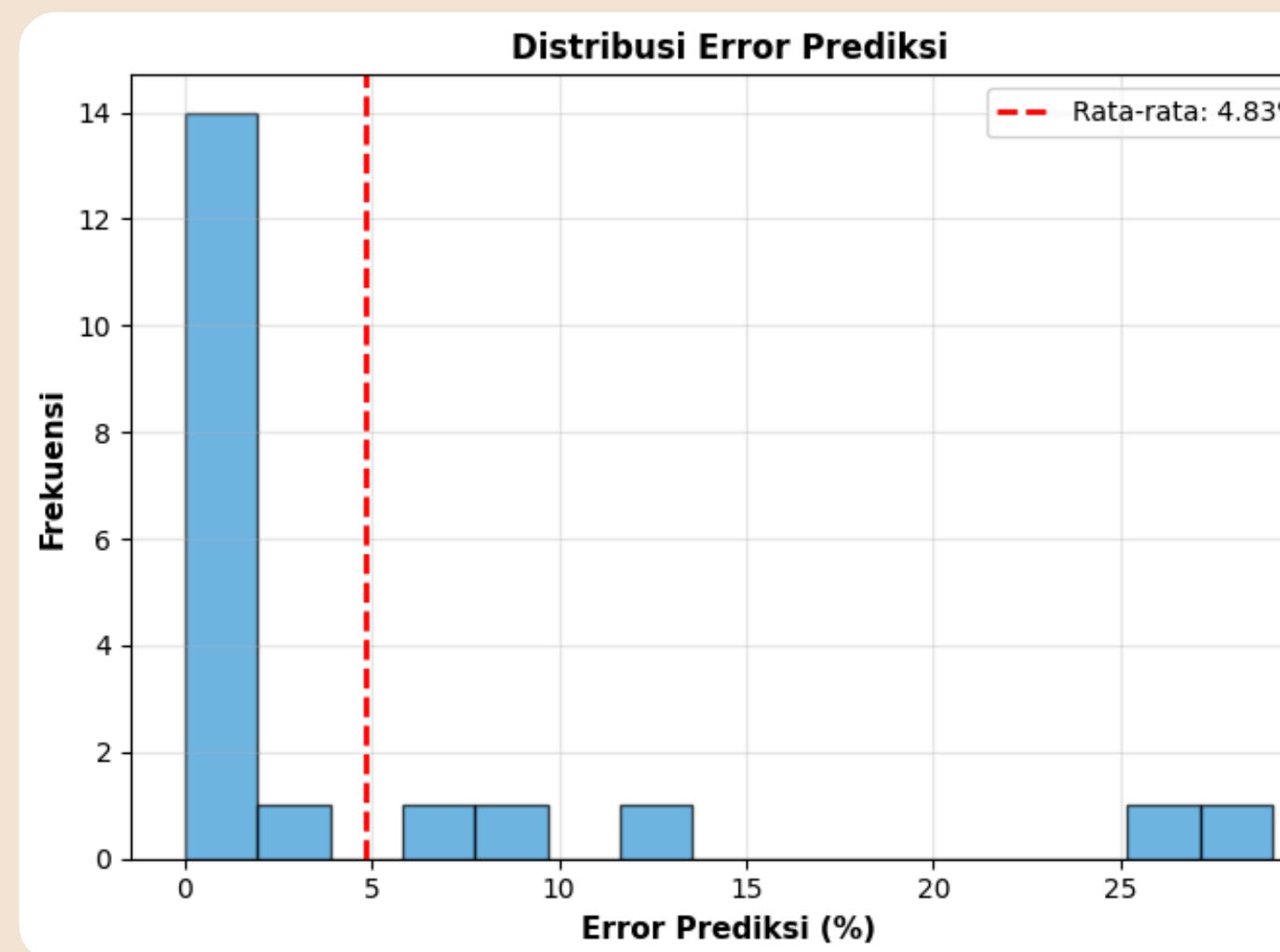
Harga besok = Harga hari ini × (Pertumbuhan)

Ini membentuk **barisan geometrik**. Jika kita tahu harga awal (P_0) dan rata-rata pertumbuhan (r), kita bisa memprediksi harga di minggu ke- n .



RECURRENCE RELATIONS

Menggunakan data historis ($n-1$) untuk memprediksi harga minggu ke- n pada 20 kombinasi komoditas.



Akurasi Prediksi Tersulit vs Termudah

Cabai Merah – Sulit Diprediksi

Error: 19.75% (Selisih Rp 8.983)

Prediksi: Rp 25.471, Aktual: Rp 34.454

(Volatilitas tinggi membuat r tidak konstan)

Akurat 80.25%

Beras – Mudah Diprediksi

Error: 0.15% (Selisih hanya Rp 41)

Prediksi: Rp 14.897, Aktual: Rp 14.938

(Growth rate sangat stabil)

Akurat 99.85%



INDUKSI MATEMATIS

Metode pembuktian formal untuk memastikan sebuah formula berlaku benar untuk **semua kasus** ($\forall n \in \mathbb{N}$), tanpa terkecuali.

3 LANGKAH PEMBUKTIAN

- **Basis:** Buktikan benar untuk kasus pertama ($n = 0$).
- **Hipotesis:** Asumsikan benar untuk kasus ke- k .
- **Langkah Induktif:** Buktikan jika benar untuk k , maka pasti benar untuk $k + 1$.



INDUKSI MATEMATIS

Verifikasi Konsistensi Matematis: Mengecek apakah data harga pangan di lapangan sesuai dengan relasi rekursif $P(n) = P(n-1) \times (1 + r)$.

Total kombinasi dicek: 20

Sample 10 hasil verifikasi (dari 20 kombinasi):

Komoditas	Event	Transisi	Dicek	Avg Error	Konsisten
Bawang Merah	Lebaran		3	0.0000%	✓
Bawang Merah	Tahun Baru		3	0.0000%	✓
Bawang Putih	Lebaran		3	0.0000%	✓
Bawang Putih	Tahun Baru		3	0.0000%	✓
Beras	Lebaran		3	0.0000%	✓
Beras	Tahun Baru		3	0.0000%	✓
Cabai Merah	Lebaran		3	0.0000%	✓
Cabai Merah	Tahun Baru		3	0.0000%	✓
Cabai Rawit	Lebaran		3	0.0000%	✓
Cabai Rawit	Tahun Baru		3	0.0000%	✓
... (10 kombinasi lainnya)					

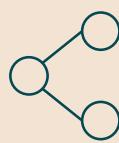
Kombinasi konsisten: 20/20 (100.0%)

Manfaat

Formula $P(n) = P(0) \times \prod(1+r)$ terbukti:

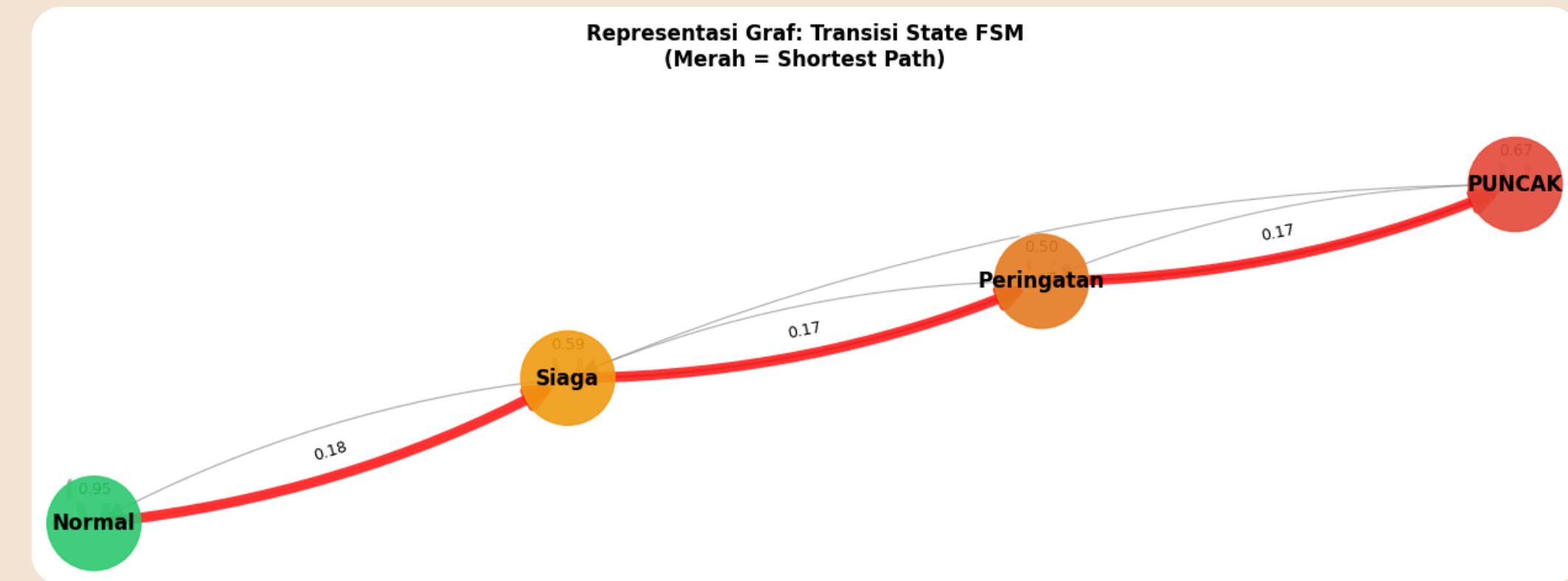
- Valid secara MATEMATIS (via Induksi).
- Konsisten secara EMPIRIS (100% pada data riil).

Ini memberikan fondasi teoretis yang kuat untuk formula prediksi, sehingga dapat digunakan dengan keyakinan untuk perencanaan jangka panjang.



TEORI GRAF

Kami merepresentasikan perubahan harga sebagai ***Directed Graph***: $G = (V, E)$

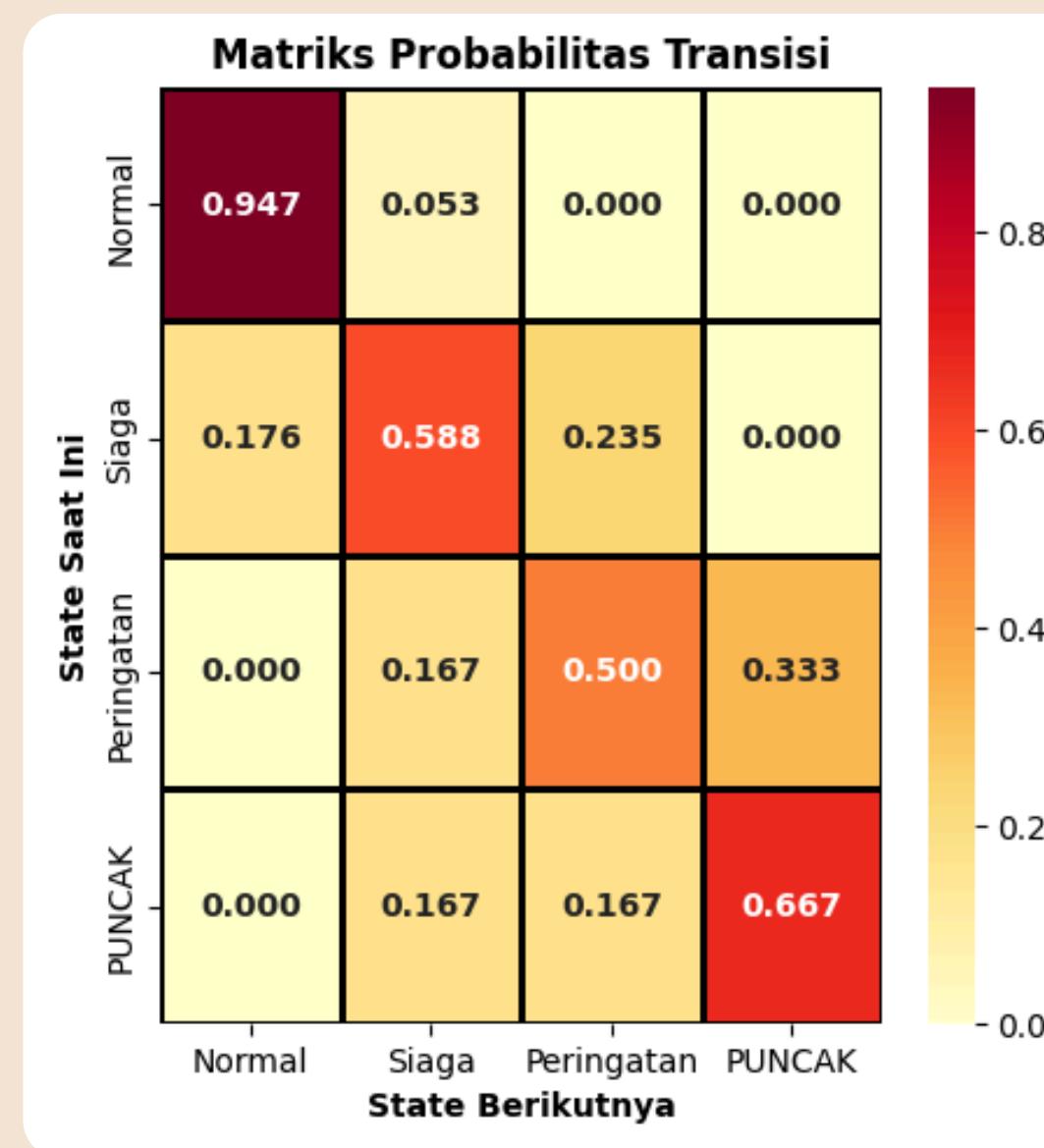


- V (Vertices): 4 Kota = (Normal, Siaga, Peringatan, Puncak)
- E (Edges): Jalan yang menghubungkan antar kota.
- Weight: Peluang melewati jalan tersebut (Probabilitas).



TEORI GRAF

Matriks di bawah ini menunjukkan peluang pindah dari satu kondisi ke kondisi lain:



Berdasarkan *Graph Density*, didapat:

- Bawang Merah** (Kompleks) Density 0.750
Memiliki banyak jalur perubahan. Artinya, harga bisa berubah drastis dari satu kondisi ke kondisi apa pun dengan mudah (sangat labil).
- Cabai Merah** (Sederhana) Density 0.083
Jalur perubahannya sedikit/simpel. Pola kenaikan harganya cenderung lebih linier atau stabil pada state tertentu.



OPERASI LOGIKA (BOOLEAN)

logika Boolean untuk membuat keputusan otomatis berdasarkan kondisi pasar. Operator AND, OR, dan NOT digunakan untuk menentukan apakah suatu kondisi dianggap kritis, aman untuk membeli, atau harus dihindari. Sistem memiliki tiga aturan utama: kondisi Kritis ketika harga berada di puncak atau terjadi kenaikan tajam; Aman Beli ketika harga normal dan jauh dari event; serta Hindari saat terjadi krisis dan event besar sudah dekat.

HASIL EVALUASI PREDIKAT:					
KRITIS	: 13 kasus (7.2%)	AMAN_BELI	: 39 kasus (21.7%)	HINDARI	: 6 kasus (3.3%)
TRUTH TABLE (kondisi KRITIS):					
Formula: $(\text{state}=\text{PUNCAK}) \vee (\text{state}=\text{Peringatan} \wedge \text{increase}>\text{median})$					
State	Inc > Median	PUNCAK	Peringatan \wedge High	KRITIS	
-----	-----	-----	-----	-----	
PUNCAK	True	True	False	True	
PUNCAK	False	True	False	True	
Peringatan	True	False	True	True	
Peringatan	False	False	False	False	
Normal	True	False	False	False	

Contoh studi kasus menunjukkan seberapa sering aturan-aturan ini memicu peringatan pada komoditas tertentu. Selain itu, ditampilkan juga hasil evaluasi predikat serta tabel kebenaran yang memvalidasi formula logika untuk mendeteksi kondisi kritis. Gambar tersebut secara keseluruhan merangkum konsep logika dasar, penerapannya pada pengambilan keputusan pasar, serta output evaluasi dari sistem otomatis tersebut.



KOMBINATORIKA

Analisis ini menggunakan metode kombinatorika dengan tujuan memetakan seluruh kemungkinan penyebab kenaikan harga secara lengkap, sehingga pemerintah atau pengambil keputusan dapat mengetahui skenario mana saja yang perlu diantisipasi. Pendekatan kombinatorika memungkinkan kita menghitung berapa banyak variasi faktor yang dapat terjadi baik secara tunggal maupun dalam bentuk gabungan, dan dengan empat faktor utama—demand naik, supply turun, cuaca buruk, dan spekulasi—terbentuk total 15 skenario kemungkinan seperti yang tergambar dalam segitiga Pascal.



KOMBINATORIKA

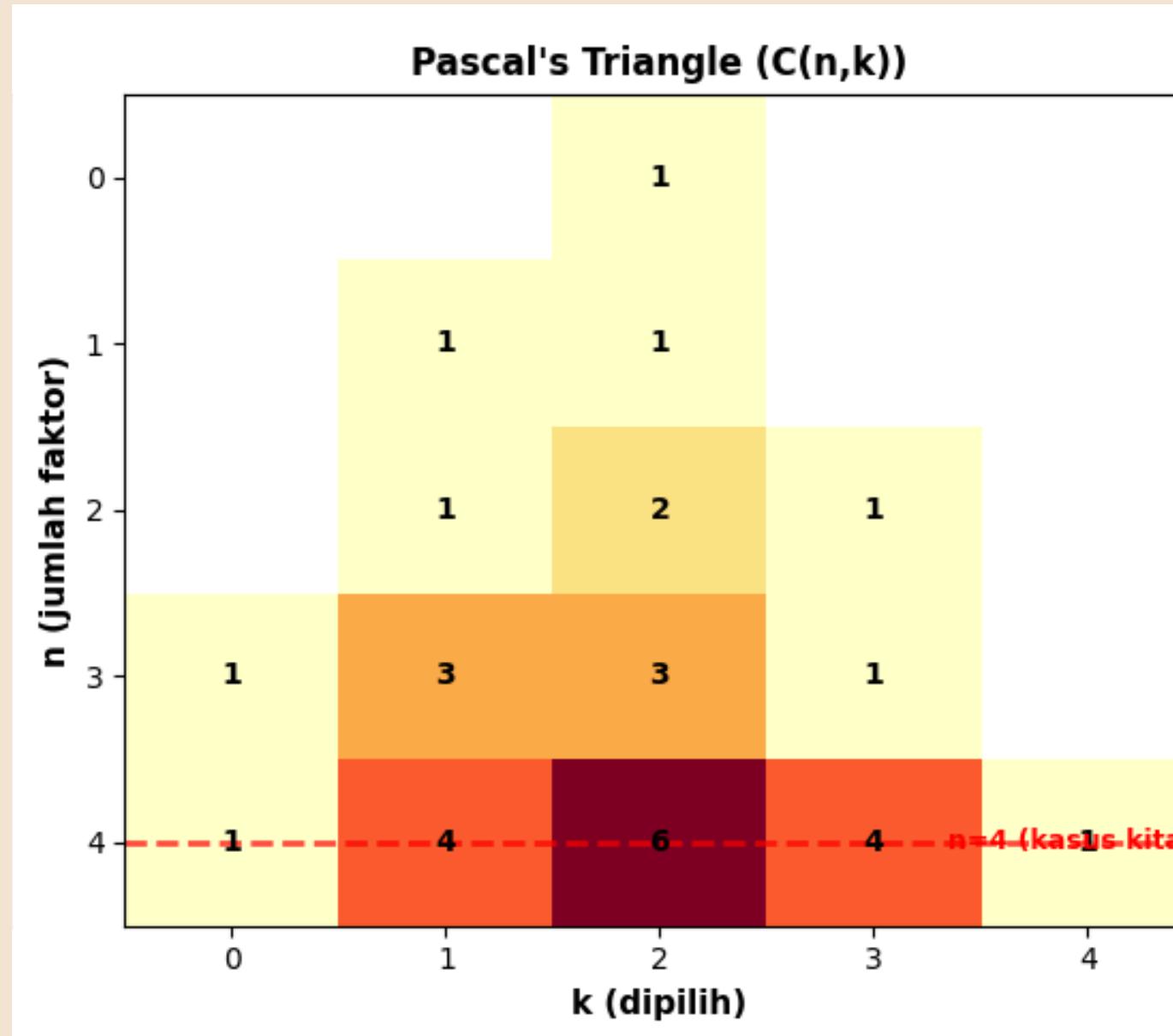
Faktor Utama Kenaikan Harga

Demand Naik

Supply Turun

Kondisi Cuaca

Spekulasi Pasar

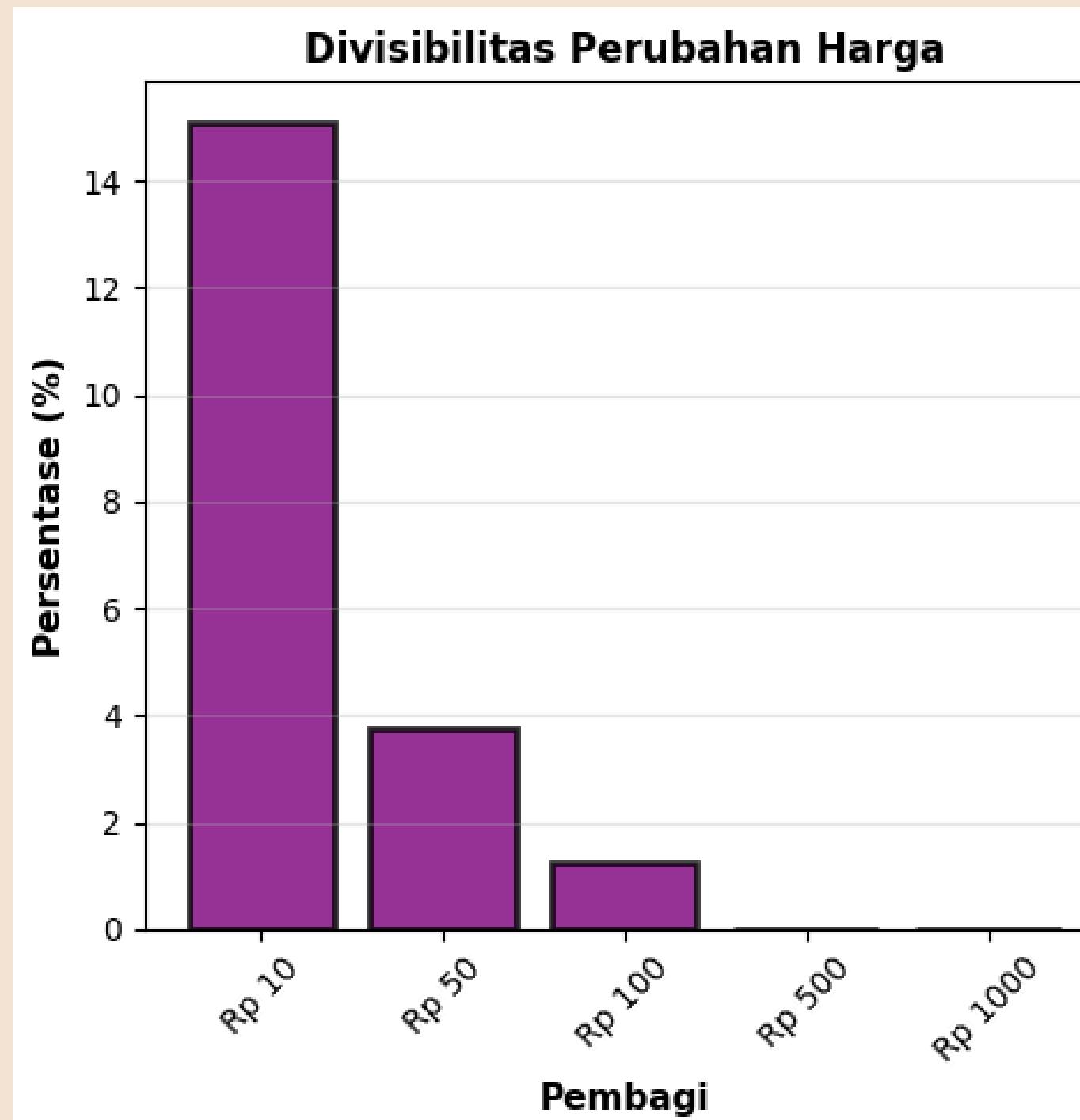


Hasil analisis menunjukkan bahwa kenaikan harga 'normal' umumnya hanya dipicu oleh satu faktor sederhana, sedangkan kenaikan ekstrem atau 'puncak' biasanya muncul ketika dua faktor atau lebih terjadi secara bersamaan. Dengan demikian, metode ini tidak hanya menggambarkan kompleksitas masalah, tetapi juga membantu memprioritaskan skenario yang paling berpotensi menimbulkan risiko besar.

TEORI BILANGAN

Analisis teori bilangan digunakan untuk mengidentifikasi pola tersembunyi dalam penetapan harga sembako, terutama melalui konsep keterbagian (divisibility) serta operasi modulo dan GCD. Pola-pola tersebut membantu melihat apakah harga cenderung mengikuti kelipatan tertentu seperti Rp 10, Rp 50, atau Rp 100, serta apakah terdapat siklus waktu yang berulang dalam perubahan harga, sebagaimana dianalogikan dengan siklus jam dan penggunaan uang receh dalam transaksi.

TEORI BILANGAN



Grafik menunjukkan bahwa perubahan harga paling sering terbagi habis oleh Rp 10, menjadikannya pola keterbagian yang paling dominan. Kelipatan Rp 50 dan Rp 100 muncul dalam persentase lebih kecil, sedangkan Rp 500 dan Rp 1000 hampir tidak muncul. Hal ini mengindikasikan bahwa penyesuaian harga sembako umumnya terjadi dalam langkah kecil dan presisi, bukan melalui pembulatan besar.

TEORI HIMPUNAN

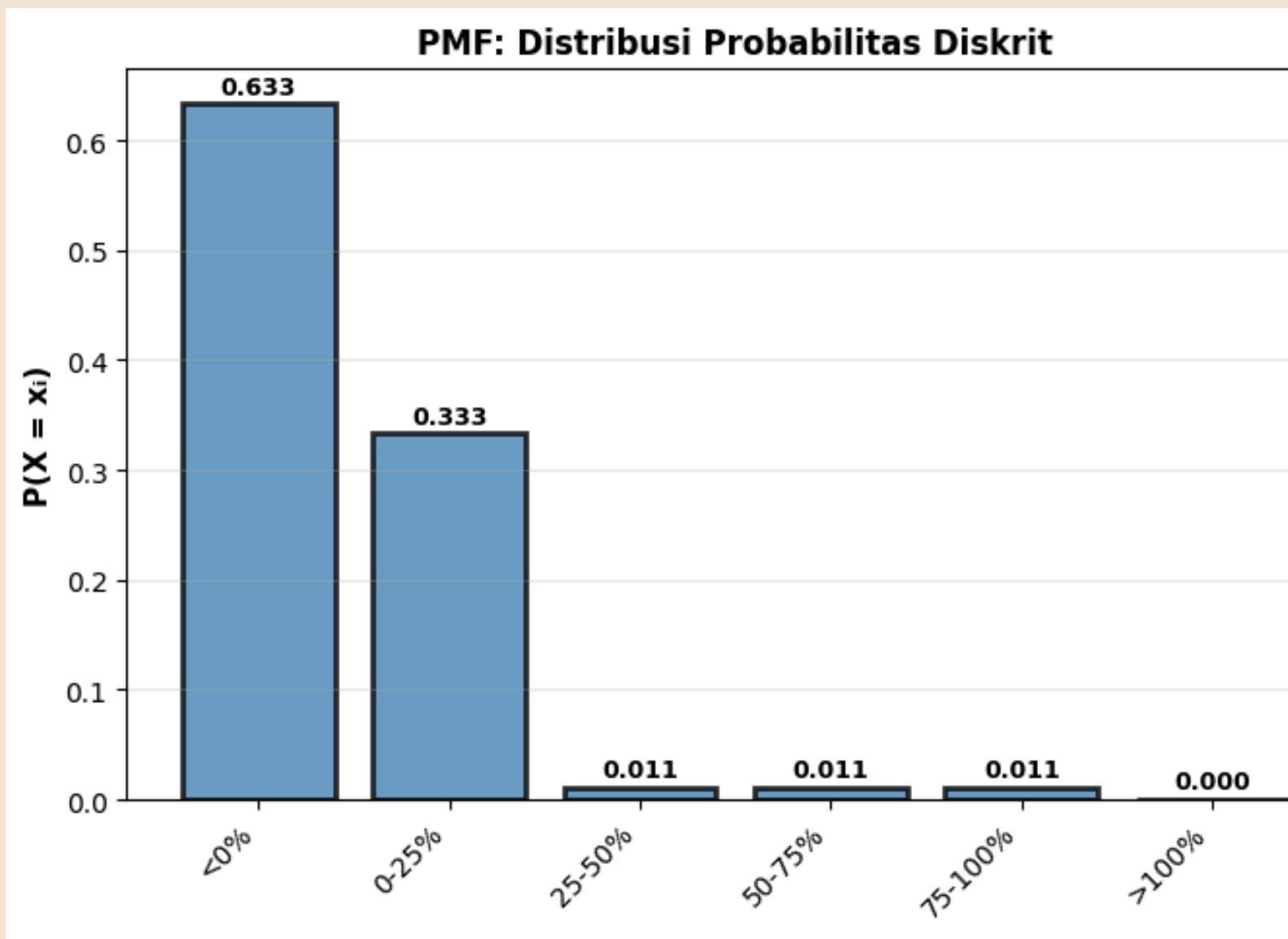
Analisis teori himpunan digunakan untuk mengelompokkan komoditas berdasarkan perilaku kenaikan harganya pada dua periode penting, yaitu Lebaran dan Tahun Baru. Melalui operasi dasar seperti irisan ($A \cap B$), selisih ($A - B$), dan gabungan ($A \cup B$), komoditas dapat dipetakan ke dalam kategori risiko yang berbeda



Hasil visualisasi menunjukkan bahwa bawang putih dan bawang merah masuk ke dalam irisan, artinya keduanya mengalami kenaikan harga pada kedua event sehingga memiliki tingkat risiko tertinggi dan perlu dimonitor secara ketat. Sementara itu, komoditas seperti gula pasir, daging sapi, dan daging ayam hanya naik pada periode Lebaran dan masuk ke kategori $A - B$, sedangkan kelompok komplemen berisi komoditas yang tidak menunjukkan kenaikan berarti, sehingga relatif stabil dan tidak membutuhkan prioritas tinggi dalam pengawasan.

TEORI PELUANG DISKRIT

Analisis ini menggunakan pendekatan peluang diskrit melalui PMF dan Rantai Markov, di mana PMF memetakan sebaran probabilitas tiap kategori perubahan harga, sedangkan Markov Chain memprediksi kondisi masa depan hanya berdasarkan keadaan saat ini.



Berdasarkan hasil PMF, sebagian besar data menunjukkan pergerakan harga yang stabil atau turun, dengan 63,3% berada pada kategori <0% dan 33,3% pada kenaikan ringan 0-25%, sementara peluang kenaikan ekstrem di atas 25% hampir tidak terjadi. Melalui analisis Markov, terlihat bahwa kondisi ekstrem tidak muncul tiba-tiba karena diperlukan beberapa langkah transisi sebelum mencapai titik puncak, sehingga menunjukkan bahwa lonjakan harga merupakan proses bertahap dan secara umum kondisi harga berada dalam keadaan stabil.

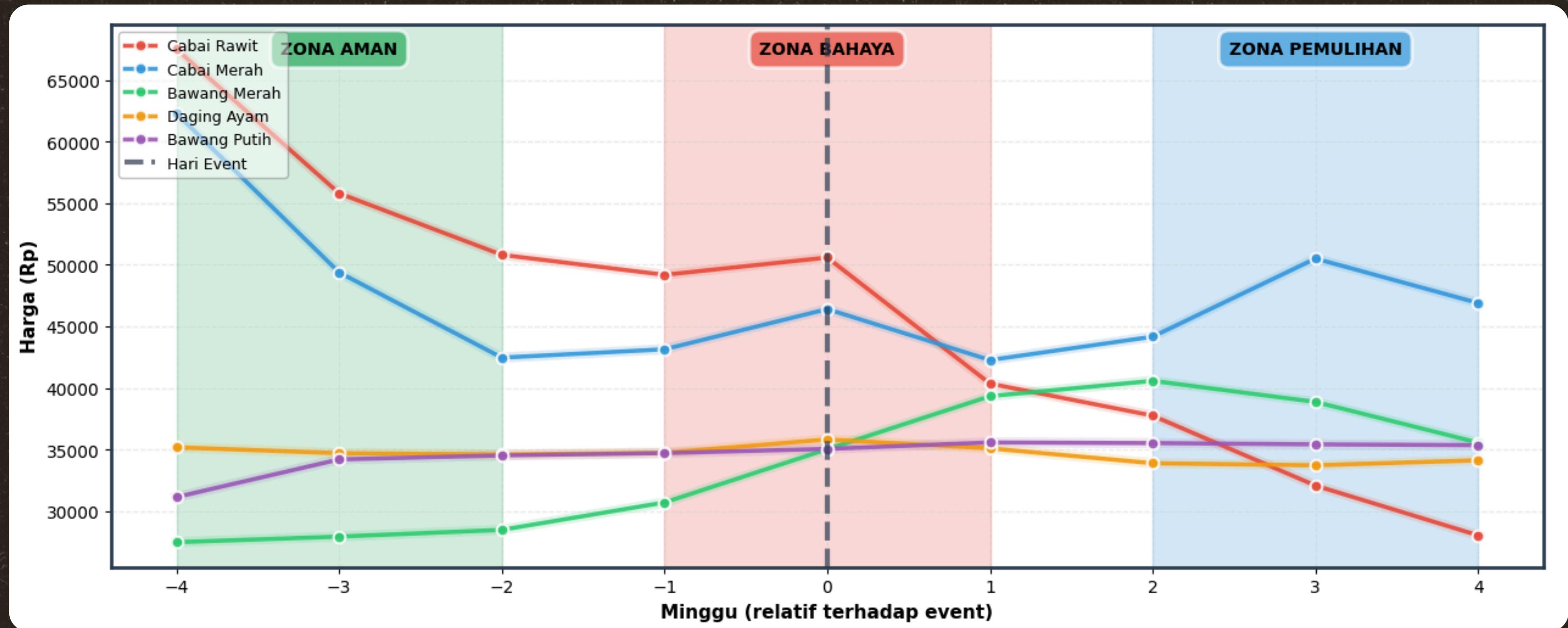


KESIMPULAN REKOMENDASI STRATEGIS

Integrasi 9 Konsep Matematika Diskrit

Dari analisis komprehensif $180 \text{ observasi} \times 10 \text{ komoditas}$, kami telah mengidentifikasi pola dinamika harga dan merumuskan strategi pembelian optimal menjelang hari besar.

TREN HARGA TOP 5 KOMODITAS PALING VOLATILE



REKOMENDASI STRATEGIS & *TIMELINE PEMBELIAN*

Minggu -4 s/d -2

BELI

Zona Aman. State Normal mendominasi pasar. Harga berada di titik terendah.

Avg Kenaikan: **-3.18%** (Hemat)

Minggu -1 s/d +1 (Hari H)

HINDARI

Zona Bahaya. Risiko "Panic Buying" dan inflasi harga tertinggi.

Avg Kenaikan: **-1.54%** (Krisis)

Minggu +2 s/d +4

PEMULIHAN

Pasar mulai stabil. Harga terkoreksi kembali normal.

Avg Kenaikan: **-2.87%** (Membaik)

RANGKING PENGHEMATAN PER KOMODITAS

Bawang Merah

Prioritas Intervensi: UTAMA

Hemat 25.4%

Daging Ayam

Prioritas Intervensi: SEDANG

Hemat 9.1%

Cabai Rawit

Status: Aman (Tren Turun)

Hemat 5.2%

Gula Pasir

Data Volatile, Harga Stabil

Hemat 0%

Telur Ayam

Status: Stabil (100% Normal)

Hemat 0%

Bawang Putih

Prioritas Intervensi: TINGGI

Hemat 7.1%

Beras

Status: Aman / Stabil

Hemat 2.5%

Daging Sapi

CV Tinggi tapi Harga Stabil

Hemat 2.2%

Minyak Goreng

Data Volatile, Harga Stabil

Hemat 0%

Cabai Merah

Volatilitas Rendah

Hemat 0%



**Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur**



/// **TERIMA KASIH**

– kelompok 5