

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
INTISARI	xix
ABSTRACT	xx
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tinjauan Pustaka	4
1.7 Metode Penelitian	7
1.8 Sistematika Penulisan	8

II	DASAR TEORI	10
2.1	Vektor dan Matriks	10
2.2	Probabilitas	16
2.2.1	Aljabar Himpunan	17
2.2.2	Sifat Probabilitas	21
2.2.3	Variabel Acak	23
2.2.4	Ekspektasi Variabel Acak	26
2.2.5	Variabel Acak Bivariat	28
2.2.6	Variabel Acak Multivariat	33
2.3	Distribusi Variabel Acak	35
2.3.1	Distribusi Bernoulli dan Binomial	35
2.3.2	Distribusi Poisson	36
2.3.3	Distribusi Normal dan t	36
2.3.4	Distribusi Gamma dan Beta	38
2.4	Paradigma Bayesian	40
2.4.1	Distribusi Prior dan Posterior	41
2.4.2	Konjugasi	44
2.4.3	Pembaruan Bayesian (<i>Bayesian Updating</i>)	45
2.5	Analisis Bayesian	46
2.5.1	Aturan Cromwell	47
2.5.2	Estimasi Titik	48
2.5.2.1	Fungsi Loss	48
2.5.2.2	Mean Posterior sebagai Estimasi Titik	49
2.5.2.3	Kuantil Posterior sebagai Estimasi Titik	51
2.5.3	Daerah Kredibel (<i>Credible Region</i>)	52
2.5.4	Uji Hipotesis Bayesian	53
2.6	Regresi Bayesian	55
2.6.1	Normal Likelihood dan Inverse-Gamma Konjugat Prior	55
2.6.1.1	Variansi Diketahui	55
2.6.1.2	Mean dan Variansi Tak Diketahui	57
2.6.2	Model Regresi Bayesian	61
2.6.2.1	Prior, Likelihood, dan Posterior Model Regresi	62
2.7	Simulasi Monte Carlo	66
2.7.1	Monte Carlo untuk Fungsi Parameter	68
2.7.2	Monte Carlo Integration	69

2.7.3	Algoritma Sampling	71
2.7.3.1	Invers Fungsi Distribusi Kumulatif	71
2.7.3.2	Importance Sampling	72
2.7.3.3	Accept-Reject Sampling	72
2.8	Rantai Markov	74
2.8.1	Proses Stokastik dan Motivasi Rantai Markov	75
2.8.2	Definisi Rantai Markov	76
2.8.3	Probabilitas Transisi Tak Bersyarat v-Langkah	77
2.8.4	Probabilitas Transisi v-Langkah dan Persamaan Chapman-Kolmogorov	78
2.8.5	Distribusi Stasioner	79
2.8.6	Irreducibility	80
2.8.7	Recurrence	82
2.8.8	Reversibility	85
2.8.9	Aperiodicity	85
2.8.10	Konvergensi Rantai Markov	86
2.9	Markov Chain Monte Carlo	87
2.9.1	Algoritma Metropolis-Hastings	88
2.9.1.1	Teori Dasar Metropolis-Hastings	89
2.9.1.2	Pemilihan Densitas Proposal	90
2.9.2	Algoritma Gibbs Sampler	91
2.9.2.1	Teori Dasar Gibbs Sampler	91
2.10	Runtun Waktu	94
2.10.1	Model Local Level	94
2.10.2	Metode Box-Jenkins (ARMA) dan Pengembangannya	96
2.10.2.1	Stasioneritas dan Uji Stasioneritas	97
2.10.2.2	Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial	98
2.10.2.3	Tahapan Metode Box-Jenkins	98
2.10.2.4	ARIMA dengan Faktor Eksogen	99
2.11	Kalman Filter dan Smoother	100
2.11.1	Kalman Filter untuk Model Local Level	100
2.11.2	Pemulusan State untuk Model Local Level	103
2.11.3	Pemulusan Disturbances untuk Model Local Level	106
2.11.4	Kalman Filter untuk Model State Space	106
2.11.5	Pemulusan State untuk Model State Space	109

2.11.6	Pemulusan Disturbances untuk Model State Space	111
III	ANALISIS CAUSAL IMPACT MELALUI MODEL BAYESIAN STRUCTURAL TIME SERIES	114
3.1	Desain Difference-in-Differences	114
3.1.1	Metode Analisis Difference-in-Differences	115
3.1.2	Perkembangan Difference-in-Differences dan Motivasi Causal Impact	118
3.2	Model Deterministik dan Stokastik	122
3.3	Runtun Waktu Struktural	122
3.3.1	Komponen Tren	123
3.3.2	Komponen Musiman	123
3.3.3	Komponen Regresi Linear	124
3.4	Penentuan Prior Model Runtun Waktu Struktural Bayesian	125
3.4.1	Prior Komponen Diffusion	126
3.4.2	Prior Komponen Regresi	127
3.4.2.1	Komponen Spike	127
3.4.2.2	Komponen Slab	127
3.4.2.3	Pertimbangan dan Alternatif Spike-and-Slab	128
3.5	Simulasi Posterior	129
3.5.1	Simulasi Posterior State	130
3.5.2	Simulasi Posterior Variansi Galat State	132
3.5.3	Simulasi Posterior Komponen Regresi	133
3.6	Peramalan	135
3.7	Implementasi	136
3.8	Aplikasi pada Data Simulasi	138
3.8.1	Causal Impact Local Level	139
3.8.2	Causal Impact Local Linear Trend	143
3.8.3	Causal Impact Model Autoregressive	145
3.8.4	Causal Impact dengan Prediktor	147
IV	STUDI KASUS	150
4.1	Tentang Minyak Sawit	150
4.2	Motivasi Studi	152
4.3	Tentang Data	157
4.3.1	Kurs Mata Uang	162

4.3.2	Saham Emiten Sawit	163
4.4	Pra-Pemrosesan Data	167
4.4.1	Nilai Hilang (<i>Missing Value</i>)	167
4.4.2	Pencilan (<i>Outlier</i>)	168
4.5	Analisis Causal Impact	169
4.5.1	Analisis Pertama - Pseudo-Intervention	170
4.5.2	Analisis Kedua - Kebijakan HET	175
4.5.3	Analisis Ketiga - Kebijakan DMO-DPO	178
4.5.4	Analisis Keempat - Kebijakan Larangan Ekspor	182
4.5.5	Analisis Kelima - Kebijakan Percepatan Ekspor	185
4.5.6	Analisis Keenam - Dampak Keseluruhan	188
4.6	Komparasi Metode Lain	190
4.6.1	Komparasi - Kebijakan HET	190
4.6.2	Komparasi - Kebijakan DMO-DPO	192
4.6.3	Komparasi - Kebijakan Larangan Ekspor	192
4.6.4	Komparasi - Kebijakan Percepatan Ekspor	193
4.7	Diskusi	194
V	KESIMPULAN DAN SARAN	198
5.1	Kesimpulan	198
5.2	Saran	199
	DAFTAR PUSTAKA	201
A	Pembuktian Proposisi 2.6.4	206
B	Data Minyak Goreng Curah Nasional	210
C	Data Kurs Mata Uang	220
D	Data Saham Penutupan	249
E	Pra-Pemrosesan Data Minyak Goreng (Python)	302
F	Visualisasi Data Kurs (Python)	305
G	Visualisasi Data Simulasi (Python)	307

H Kode Analisis Data Simulasi (R)	308
I Kode Analisis Pseudo-Intervensi (R)	313
J Kode Analisis HET (R)	319
K Kode Analisis DMO-DPO (R)	322
L Kode Analisis Pelarangan Ekspor (R)	325
M Kode Analisis Percepatan Ekspor (R)	328
N Komputasi Model Runtun Waktu Struktural Bayesian	331
O R Session	340

DAFTAR TABEL

2.1	Data Kasus - Produksi CPO	70
2.2	Data Kasus - Produksi CPO dan Distribusi Probabilitasnya	70
2.3	Data Kasus - Simulasi Monte Carlo	71
3.1	Inferensi Posterior Local Level, Data Simulasi	141
3.2	Inferensi Posterior Local Linear Trend dan Modifikasinya, Data Simulasi	145
3.3	Inferensi Posterior Model AR, Data Simulasi	146
3.4	Inferensi Posterior dengan Komponen Regresi, Data Simulasi	148
4.1	Produksi CPO Indonesia, tahun 2017-2021 (BPS, 2022)	153
4.2	Emiten Sawit Indonesia	164
4.3	Nilai Hilang dalam Data Minyak Goreng Curah Provinsi	168
4.4	Nilai RMSPE, Posterior Tail Area P-value, dan Prediksi Model, Analisis Pertama	173
4.5	Inferensi Posterior Analisis Kedua, Kebijakan HET	175
4.6	Inferensi Posterior Analisis Ketiga, Kebijakan DMO-DPO	180
4.7	Inferensi Posterior Analisis Keempat, Kebijakan Larangan Ekspor	182
4.8	Inferensi Posterior Analisis Kelima - Kebijakan Percepatan Ekspor	185
4.9	Inferensi Posterior Analisis Keenam, Dampak Keseluruhan	189
4.10	Ringkasan Analisis, tanda (*) menunjukkan adanya efek intervensi yang meyakinkan	195

DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram Venn, ruang sampel ditunjukkan oleh seluruh area dalam persegi panjang, daerah yang diarsir menunjukkan kejadian (Hogg, McKean, dan Craig, 2002)	18
2.2	Contoh Densitas Prior, Likelihood, dan Posterior (Jackman, 2009)	42
2.3	Densitas Prior dan Posterior Tak Kontinu (Jackman, 2009)	47
2.4	Perbedaan Variansi Prior, Hitam: <i>Likelihood</i> , Biru: Prior, Merah: Posterior	57
2.5	Densitas Prior, Posterior, dan <i>Likelihood</i>	58
3.1	Konsep Desain Difference-in-Differences (Sasabuchi, 2021 dengan perubahan)	116
3.2	Data Simulasi)	139
3.3	Perbandingan Prior w , Respon Observasi vs. Estimasi Model dengan Interval Kredibel 95%, Data Simulasi	141
3.4	Galat Prediksi Satu Langkah Local Level, Data Simulasi	142
3.5	Diagram pertama menjelaskan perbandingan antara respon dan nilai prediksi (garis putus-putus). Diagram kedua menjelaskan efek <i>pointwise</i> di setiap titik waktu, yakni selisih observasi dan sampel posterior. Diagram ketiga menjelaskan akumulasi dari efek <i>pointwise</i> . Area berwarna biru menunjukkan interval 95% dari posterior.	143
3.6	Perbandingan Prior v , Respon Observasi vs. Estimasi Model dengan Interval Kredibel 95%, Data Simulasi	144
3.7	Perbandingan Respon dan Prediksi, Model Local Linear Trend dan Modifikasinya, Data Simulasi	145
3.8	Perbandingan Data Asli (Biru), Data Counterfactual (Abu-abu), dan Estimasi Model (Merah), Model dengan Prediktor, Data Simulasi	148

3.9 Perbandingan Data Asli (Biru), Data Counterfactual (Abu-abu), dan Estimasi Model (Merah), Model dengan Prediktor, Iterasi 1000 MCMC, Data Simulasi	149
4.1 Kontribusi Eksportir Minyak Sawit Dunia Berdasarkan Volume, HS 1511, tahun 2011-2022 (ITC, 2023)	151
4.2 Volume dan Nilai Ekspor Minyak Sawit Indonesia, tahun 2011-2022 (ITC, 2023)	151
4.3 Negara Importir Minyak Sawit Indonesia Terbesar, periode 2013-2022 (ITC, 2023)	152
4.4 Rata-rata Harga Minyak Goreng Curah Nasional Harian, tahun 2020-2023 (PIHPS, 2023)	158
4.5 Rata-rata Harga Minyak Goreng Curah Per Wilayah, Harian, tahun 2020-2023 (PIHPS, 2023)	159
4.6 Kurs Mata Uang Asing-Rupiah via <i>Investing.com</i> , garis oranye menunjukkan data BI	163
4.7 Nilai Saham GZCO.JK, <i>normalized</i>	165
4.8 Nilai Saham Terpilih, <i>normalized</i>	166
4.9 ACF dan PACF Data Minyak Goreng Curah	171
4.10 Prediksi Model dan Kontribusi Komponen State, Kebijakan HET	177
4.11 Probabilitas Prediktor Masuk Model, Kebijakan HET	178
4.12 Kumulatif Galat Prediksi Satu Langkah, Kebijakan HET	179
4.13 Prediksi Model dan Kontribusi Komponen State, Kebijakan DMO-DPO	181
4.14 Probabilitas Prediktor Masuk Model, Kebijakan DMO-DPO	182
4.15 Kumulatif Galat Prediksi Satu Langkah, Kebijakan DMO-DPO	183
4.16 Prediksi Model dan Kontribusi Komponen State, Kebijakan Larangan Ekspor	184
4.17 Probabilitas Prediktor Masuk Model, Kebijakan Larangan Ekspor	185
4.18 Prediksi Model dan Kontribusi Komponen State, Kebijakan Percepatan Ekspor	186
4.19 Residual dan Galat Prediksi Satu Langkah, Kebijakan Percepatan Ekspor	187
4.20 Probabilitas Prediktor Masuk Model, Kebijakan Percepatan Ekspor	188
4.21 Prediksi Model dan Kontribusi Komponen State, Dampak Keseluruhan	189
4.22 ACF dan PACF, Kebijakan HET	191

4.23	Prediksi ARIMA dan ARIMA-X, Kebijakan HET	191
4.24	Prediksi ARIMA dan ARIMA-X, Kebijakan DMO-DPO	192
4.25	Prediksi ARIMA dan ARIMA-X, Kebijakan Larangan Ekspor	193
4.26	Prediksi ARIMA dan ARIMA-X, Kebijakan Percepatan Ekspor	194
14.1	Perbandingan Data Aktual dan Prediksi pada Pre-Intervensi	337
14.2	Perbandingan Data Aktual dan Counterfactual pada Pre-Intervensi	338
14.3	Residual Model	339