



SKRIPSI

PREDIKSI HASIL PRODUKSI BAHAN PANGAN MENGUNAKAN *STOCHASTIC FRONTIER* ANALYSIS (SFA)

IMELDA WIDYA NINGRUM
NPM 21083010052

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya.,ST., M.T., IPU., Asean, Eng
Trimono, S.Si., M.Si.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

PREDIKSI HASIL PRODUKSI BAHAN PANGAN MENGUNAKAN *STOCHASTIC FRONTIER* ANALYSIS (SFA)

IMELDA WIDYA NINGRUM
NPM 21083010052

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya.,ST., M.T., IPU., Asean, Eng
Trimono, S.Si., M.Si.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI HASIL PRODUKSI BAHAN PANGAN MENGGUNAKAN STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS (SFA)

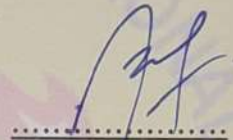
Oleh:
Imelda Widya Ningrum
NPM. 21083010052

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 4 Juni 2025:

Menyetujui,

**Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya., ST., MT.,
IPU., Asean., Eng**

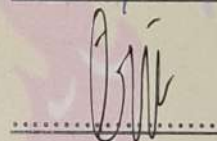
NIP. 19801205 200501 1 002



(Pembimbing I)

Trimono, S.Si., M.Si

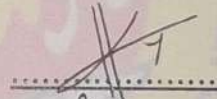
NIP. 19950908 202203 1 003



(Pembimbing II)

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

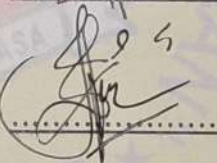
NIP. 19920909 202203 2 009



(Ketua Penguji)

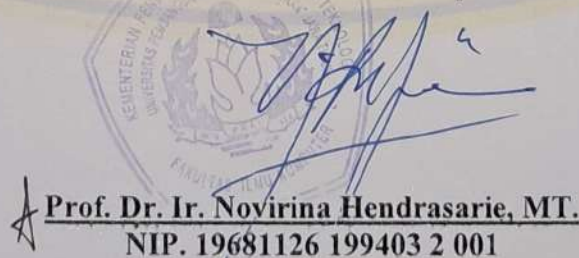
Shindi Shella May Wara, M. Stat.

NIP. 19960518 202406 2 003



(Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**PREDIKSI HASIL PRODUKSI BAHAN PANGAN MENGGUNAKAN
*STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS (SFA)***

Oleh:
IMELDA WIDYA NINGRUM
NPM. 21083010052

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean, Eng.
NIP. 198012052005011002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Imelda Widya Ningrum
NPM : 21083010052
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 4 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Imelda Widya Ningrum
Npm. 21083010052

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Imelda Widya Ningrum / 21083010052
Judul Skripsi : Prediksi Hasil Produksi Bahan Pangan Menggunakan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA)
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya., ST., MT., IPU., Asean., Eng.
2. Trimono., S.Si., M.Si

Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian Indonesia, memberikan kontribusi besar terhadap PDB dan lapangan pekerjaan. Namun, sektor ini menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan lahan, perubahan iklim, dan ketidakefisienan dalam produksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengevaluasi efisiensi teknis pertanian padi di Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, dengan menggunakan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). Penelitian ini mengintegrasikan faktor agroekologi seperti curah hujan, suhu, dan kualitas tanah dengan input produksi seperti lahan, tenaga kerja, dan pupuk. Penelitian ini menggunakan data primer dari 100 petani (2024) dan menerapkan fungsi produksi *Cobb-Douglas* melalui *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Kinerja model divalidasi dengan R^2 (0.92) dan MAPE (13.01%) yang menunjukkan akurasi prediksi yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi teknis rata-rata sebesar 85%, dengan potensi peningkatan hasil sebesar 15% melalui optimalisasi penggunaan sumber daya. Analisis menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti tenaga kerja, air, dan luas lahan berpengaruh signifikan terhadap hasil panen.

Sebagai tambahan, penelitian ini mengembangkan *tool* berbasis *website* untuk memvisualisasikan hasil SFA secara interaktif untuk petani dan pembuat kebijakan agar dapat mengakses data efisiensi teknis dengan cara yang lebih mudah dipahami. Dengan pendekatan ini, penelitian ini menawarkan solusi praktis yang dapat diakses langsung oleh pihak terkait, serta mengedepankan penggunaan pemodelan yang relevan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian di Indonesia.

Kata kunci : Pertanian, *Stochastic Frontier Analysis*, Prediksi, Efisiensi

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Imelda Widya Ningrum / 21083010052
Thesis Title : Prediksi Hasil Produksi Bahan Pangan
Menggunakan *Stochastic Frontier Analysis*
Advisor : 1. Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya., ST., MT.,
IPU., Asean., Eng.
2. Trimono., S.Si., M.Si

ABSTRACT

Agriculture is a crucial sector in Indonesia's economy, contributing significantly to GDP and employment. However, it faces various challenges such as limited land, climate change, and inefficiencies in production. To address these issues, this study evaluates the technical efficiency of rice farming in Lamongan Regency, East Java, using Stochastic Frontier Analysis (SFA). The study integrates agroecological factors such as rainfall, temperature, and soil quality with production inputs like land, labor, and fertilizer. The research uses primary data from 100 farmers (2024) and applies the Cobb-Douglas production function through Maximum Likelihood Estimation (MLE). The model's performance is validated with R^2 (0.92) and MAPE (13.01%), indicating high prediction accuracy. The findings show an average technical efficiency of 85%, with a potential yield increase of 15% through optimized resource use. The analysis reveals that factors such as labor, water, and land area significantly influence crop yields. Additionally, the study develops a web-based tool for the interactive visualization of SFA results, allowing farmers and policymakers to access technical efficiency data in a more easily understandable format. With this approach, the study offers a practical solution that can be directly accessed by stakeholders, emphasizing the use of relevant modeling to support data-driven decision-making in improving efficiency and agricultural productivity in Indonesia.

Keywords: *Agriculture, Stochastic Frontier Analysis, Prediction, Eficiency*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul “Prediksi Hasil Produksi Bahan Pangan Menggunakan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA)” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean., Eng selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean., Eng. selaku Ketua Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Trimono., S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberi arahan dan dukungan selama proses bimbingan skripsi.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah mendidik, memberikan motivasi dan inspirasi selama perkuliahan.
6. Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan kesempatan dalam menempuh pendidikan dengan bantuan do’a, usaha, dan dukungan yang tidak pernah putus.
7. Teman-teman di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang selalu mendukung dan memberikan bantuan.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala

keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 4 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Landasan Teori	17
2.2.1 Pertanian	17
2.2.2 <i>Stochastic Frontier Analysis</i>	18
2.2.3 <i>Cobb-Douglas</i>	20
2.2.4 <i>Translog Stochastic Frontier Model</i>	21
2.2.5 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	22
2.2.6 <i>Maximum Likelihood Estimation (MLE)</i>	23
2.2.7 <i>Wald Test</i>	25
2.2.8 <i>Goodness of fit</i>	25
2.2.9 <i>Highchart</i>	26
2.2.10 PHP	27

2.2.11 <i>Laravel</i>	28
2.2.12 <i>Bootstrap</i>	30
2.2.13 <i>MySQL</i>	31
2.2.14 <i>Javascript</i>	33
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	35
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data	35
3.2. Langkah Analisis	36
3.3. Desain Sistem	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Pengumpulan Dataset	45
4.2. Analisis Deskriptif	45
4.3 <i>Data Preprocessing</i>	48
4.3.1. <i>Data Cleaning</i>	48
4.3.2. Normalisasi <i>Z-score</i>	49
4.3.3. Pemilihan Fitur	51
4.3.4. <i>Cross Validation</i>	53
4.3.5. <i>Split Data</i>	54
4.4 Pembentukan Model SFA	55
4.4.1. Analisis Komponen <i>Principal Component Analysis</i>	55
4.4.2. Koefisien <i>Ridge Regression</i> terhadap Variabel <i>Input</i>	56
4.4.3. Estimasi Parameter Model <i>Cobb-Douglas</i>	58
4.4.4. <i>Maximum Likelihood Estimation</i>	62
4.5. <i>Stochastic Frontier Analysis</i>	64
4.6. Uji Asumsi	68
4.7. Evaluasi Model	72
4.8.1. Metrik Evaluasi <i>Log-Likelihood</i>	72
4.8.2. <i>R-Squared²</i>	74
4.8.3. MAPE	76
4.8. Evaluasi Analisis Hasil	78
4.9. Interpretasi dan Visualisasi Hasil	81
4.9.1. Perbandingan Output Aktual dan Prediksi	82
4.9.2. Distribusi Inefisiensi Teknis	83

4.9.3. Kurva Frontier Efisiensi	85
4.10. Implementasi GUI	86
4.10.1. Tampilan <i>Admin Login</i>	86
4.10.2. Tampilan Pendaftaran Akun.....	86
4.10.3. Tampilan <i>Dashboard</i>	87
4.10.4. Tampilan Data <i>Users</i>	88
4.10.5. Tampilan Variabel Data.....	88
4.10.6. Tampilan Pengisian <i>Form</i> Data.....	89
4.10.7. Tampilan Hasil Statistika Deskriptif	90
4.10.8. Tampilan Hasil Model.....	91
4.10.9. Tampilan Grafik Prediksi	92
4.9.10. Tampilan Grafik Analisis Inefisiensi Teknis.....	93
4.9.11. Tampilan Kesimpulan Hasil	94
BAB V PENUTUP.....	95
5.1. Kesimpulan	95
5.2. Saran Pengembangan	95
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN.....	101
Lampiran 1. Hasil Uji Turnitin	101
Lampiran 2. Kode Program.....	102
Lampiran 3. LoA Jurnal	103

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	36
Gambar 3. 2 Alur <i>Preprocessing Data</i>	37
Gambar 3. 3 Alur <i>Modelling</i>	39
Gambar 3. 4 Alur MLE	40
Gambar 3. 5 Alur Evaluasi Model	41
Gambar 3. 6 <i>Wireframe</i> Desain Sistem.....	43
Gambar 4. 1 Hasil Aktual vs Prediksi Hasil Panel Data Latih.....	82
Gambar 4. 2 Hasil Aktual vs Prediksi Hasil Panel Data Uji.....	83
Gambar 4. 3 Hubungan Efisiensi Teknis dan <i>Output</i> Panen.....	84
Gambar 4. 4 Kurva <i>Frontier</i> Efisiensi.....	85
Gambar 4. 5 Tampilan Admin Login.....	86
Gambar 4. 6 Tampilan Pendaftaran Akun.....	86
Gambar 4. 7 Tampilan <i>Dashboard</i>	87
Gambar 4. 8 Tampilan Data <i>Users</i>	88
Gambar 4. 9 Tampilan Variabel Data.....	88
Gambar 4. 10 Tampilan Pengisian <i>Form</i> Data.....	89
Gambar 4. 11 Tampilan Hasil Statistika Deskriptif.....	90
Gambar 4. 12 Tampilan Hasil Model.....	91
Gambar 4. 13 Tampilan Grafik Prediksi.....	92
Gambar 4. 14 Tampilan Grafik Analisis Inefisiensi Teknis.....	93
Gambar 4. 14 Tampilan Grafik Analisis Inefisiensi Teknis.....	93
Gambar 4. 15 Tampilan Kesimpulan Hasil.....	93

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 3. 1 Variabel Data.....	35
Tabel 4. 1 Dataset Penelitian.....	45
Tabel 4. 2 Statistika Deskriptif Data Penelitian	46
Tabel 4. 3 Hasil Proses Data <i>Cleaning</i>	49
Tabel 4. 4 Hasil Normalisasi <i>Z-Score</i>	50
Tabel 4. 5 Hasil <i>Pearson Correlation</i>	52
Tabel 4. 6 Hasil Nilai <i>Cross Validation</i>	54
Tabel 4. 7 Pembagian Data Training dan Testing	54
Tabel 4. 8 <i>Cobb-Douglas Log Linier</i> Data Latih	60
Tabel 4. 9 <i>Cobb-Douglas Log Linier</i> Data Uji	61
Tabel 4. 10 Uji dan Estimasi Efisiensi Teknis	63
Tabel 4. 11 Hasil Inefisiensi Teknis Data Latih.....	65
Tabel 4. 12 Hasil Inefisiensi Teknis Data Uji	67
Tabel 4. 13 Uji Asumsi Model Data Latih	69
Tabel 4. 14 Uji Asumsi Model Data Uji	70
Tabel 4. 15 Hasil Nilai <i>Log-Likelihood</i>	73
Tabel 4. 16 Kategori Penilaian <i>R-Squared</i>	75
Tabel 4. 17 Hasil Nilai <i>R-squared</i> (R^2).....	75
Tabel 4. 18 Hasil Nilai MAPE	78
Tabel 4. 19 Hasil Prediksi Data Latih	78
Tabel 4. 20 Hasil Prediksi Data Uji	80

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Turnitin.....	101
Lampiran 2. Kode Program.....	102
Lampiran 3. LoA Jurnal.....	103

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

Y_t	:	Variabel acak pada waktu t
μ	:	Nilai ekspektasi (nilai rata-rata)
ϵ_t	:	Gangguan acak dari distribusi normal
Y_i	:	Hasil <i>output</i>
X_i	:	Input hasil
β	:	Estimasi Parameter
V_i	:	Input stokastik
A	:	Faktor teknologi
L_i	:	Input jumlah tenaga kerja (Labor)
K_i	:	Jumlah modal (Kapital)
$\ln Y_i$	:	Logaritma natural dari output (produksi)
γ_{jk}	:	<i>Quadratic interaction</i>