

OPTIMASI EXTREME GRADIENT BOOSTING DENGAN GENETIC ALGORITHM UNTUK PREDIKSI PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS PADI DI KABUPATEN BULELENG

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER (S1)
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR-E - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR-E
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA KOMPUTER

Menyetujui

Pembimbing I	Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs., MIM. NIP.199410032020122015
Pembimbing II	Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. NIP.197803242005011001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

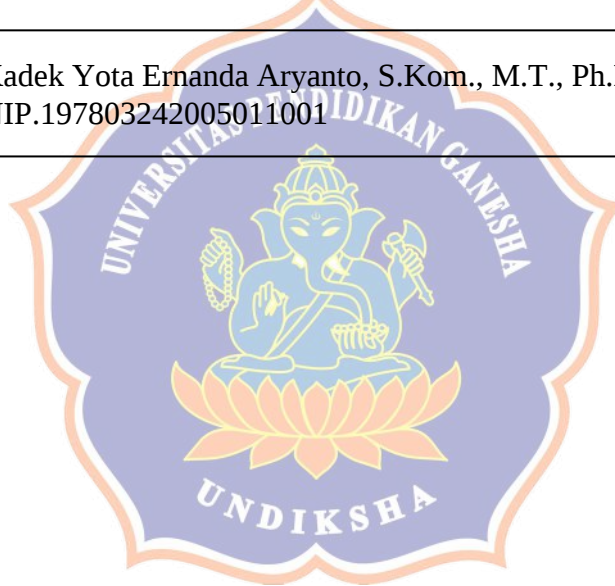


**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Skripsi oleh Kadek Ardy Wirakusuma ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 30 Desember 2025

Dewan Penguji

Ketua	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004
Anggota	Ir. Ketut Agus Seputra, S.ST.,M.T. NIP.199008152019031018
Anggota	Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs., MIM. NIP.199410032020122015
Anggota	Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. NIP.197803242005011001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer

Menyetujui

Ketua Ujian	Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. NIP.198910262019031004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.
NIP.197912012006041001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Optimasi Extreme Gradient Boosting dengan Genetic Algorithm untuk Prediksi Produksi dan Produktivitas Padi di Kabupaten Buleleng” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 23 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Kadek Ardy Wirakusuma
NIM 2215101012

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Extreme Gradient Boosting dengan Genetic Algorithm untuk Prediksi Produksi dan Produktivitas Padi di Kabupaten Buleleng”** dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa penyelesaian penelitian tidak terlepas dari berbagai kendala dan keterbatasan. Namun, berkat bimbingan, arahan, motivasi, serta dukungan baik secara moral maupun material dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan optimal. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

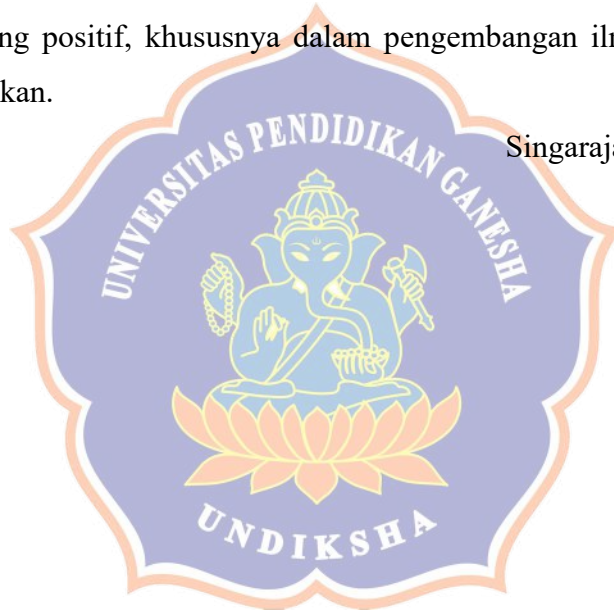
1. Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan atas motivasi dan fasilitas yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi sesuai dengan rencana.
2. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Informatika atas motivasi yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ni Putu Novita Puspa Dewi, S.Kom., M.Cs., MIM., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Staf pegawai di lingkungan Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Buleleng yang telah bersedia memberikan data dan beberapa informasi terkait variabel pertanian di Kabupaten Buleleng
6. Kedua orang tua dan keluarga penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta motivasi yang tiada henti selama penulis menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan, khususnya rekan mahasiswa Program Studi

Ilmu Komputer, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan skripsi ini.

8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna, baik dari segi penyajian maupun substansi, seiring dengan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi yang positif, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan dunia pendidikan.

Singaraja, 23 Desember 2025



Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	5
1.3. Rumusan Masalah.....	5
1.4. Batasan Masalah	6
1.5. Tujuan Penelitian.....	7
1.6. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Tinjauan Literatur	9
2.2. Kajian Teori.....	11
2.2.1. Research and Development (RnD).....	11
2.2.2. Produksi dan Produktivitas Padi.....	12
2.2.3. Luas Panen	12
2.2.4. Time Series.....	13
2.2.5. Interpolasi Data	13
2.2.6. Normalisasi Data	15
2.2.7. Cross Correlation Function (CCF)	16
2.2.8. Machine Learning	17
2.2.9. Gradient Boosting (GBoost).....	18
2.2.10. Extreme Gradient Boosting (XGBoost)	22
2.2.11. Genetic Algorithm.....	24

2.2.12. Metrik Evaluasi	27
2.3. Kerangka Berpikir.....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1. Waktu dan Tempat.....	31
3.2. Rancangan Penelitian.....	33
3.3. Pengumpulan Data	34
3.4. Data.....	35
3.5. Pra-pemrosesan Data.....	35
3.6. Optimasi Model	43
3.7. Pengujian dan Evaluasi Model.....	50
3.8. Analisis Hasil Evaluasi	54
3.9. Model Formatting	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1. Pengumpulan Data	56
4.2. Pra-pemrosesan Data.....	59
4.3. Pembagian Data	83
4.4. Normalisasi Data.....	85
4.5. Optimasi Model	85
4.6. Pengujian dan Evaluasi Model.....	98
4.7. Analisis Evaluasi Model	127
4.8. Diskusi	129
BAB V PENUTUP	140
5.1. Kesimpulan	140
5.2. Saran	141
DAFTAR PUSTAKA	143
LAMPIRAN	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Interpolasi Linear	14
Gambar 2. 2. Metode Machine Learning	17
Gambar 2. 3. Gradient Descent	20
Gambar 2. 4. Extreme Gradient Boosting	22
Gambar 2. 5. Uniform Crossover	26
Gambar 2. 6. Proses Mutasi	27
Gambar 2. 7. Kerangka Berpikir	29
Gambar 3. 1. Peta Administrasi Kab. Buleleng	31
Gambar 3. 2. Rancangan Penelitian	33
Gambar 3. 3. Segmen dan Subsegmen Area Sawah	34
Gambar 3. 4. Tahapan Pra-pemrosesan Data	36
Gambar 3. 5. Windowing	39
Gambar 3. 6. Optimasi Model oleh Genetic Algorithm	44
Gambar 3. 7. Struktur Kromosom dalam Genetic Algorithm	46
Gambar 3. 8. Proses Seleksi dengan Tournament Selection	47
Gambar 3. 9. Crossover dengan Uniform Crossover	48
Gambar 3. 10. Mutasi dengan Polynomial Mutation	50
Gambar 3. 11. Pengujian dan Evaluasi Model	51
Gambar 4. 1. Rincian Dataset dan Seluruh Variabel Penelitian	56
Gambar 4. 2. Luas Panen Bulanan di Wilayah Kabupaten Buleleng	57
Gambar 4. 3. Produksi Padi Bulanan di Wilayah Kabupaten Buleleng	58
Gambar 4. 4. Produktivitas Padi Bulanan di Wilayah Kabupaten Buleleng	59
Gambar 4. 5. Fungsi Pengecekan Konsistensi Waktu pada Python	60
Gambar 4. 6. Hasil Pengecekan Konsistensi Waktu	60
Gambar 4. 7. Dinamika Data Produksi Padi	61
Gambar 4. 8. Titik Target Interpolasi Produksi Padi	62
Gambar 4. 9. Dinamika Data Luas Panen	64
Gambar 4. 10. Titik Target Interpolasi Luas Panen	64
Gambar 4. 11. Dinamika Data Produktivitas Padi	66
Gambar 4. 12. Titik Target Interpolasi Produktivitas Padi	67

Gambar 4. 13. Implementasi IQR pada Python	69
Gambar 4. 14. Visualisasi Outlier pada Data Produksi Padi	70
Gambar 4. 15. Visualisasi Data Produksi Padi setelah Penyesuaian Outlier	71
Gambar 4. 16. Visualisasi Outlier pada Data Luas Panen	71
Gambar 4. 17. Visualisasi Data Luas Panen setelah Penyesuaian Outlier.....	72
Gambar 4. 18. Distribusi dan Rata-rata Produksi Padi Bulanan.....	73
Gambar 4. 19. Distribusi dan Rata-rata Luas Panen Bulanan.....	74
Gambar 4. 20. Distribusi dan Rata-rata Produktivitas Padi Bulanan.....	75
Gambar 4. 21. Reframing (Windowing) Data.....	76
Gambar 4. 22. Reframing (Windowing) Data.....	77
Gambar 4. 23. Proses Split Data dan Pemilihan Fitur.....	77
Gambar 4. 24. Feature Importance untuk Produksi Padi	78
Gambar 4. 25. Feature Importance untuk Produktivitas Padi	79
Gambar 4. 26. Cross Correlation antara Luas Panen dan Produksi Padi	80
Gambar 4. 27. Hubungan Luas Panen dengan Produksi Padi.....	81
Gambar 4. 28. Implementasi Windowing pada Python	83
Gambar 4. 29. Pembagian Dataset Produksi Padi.....	84
Gambar 4. 30. Proporsi Data Latih dan Uji untuk Data Produksi Padi	84
Gambar 4. 31. Proporsi Data Latih dan Uji untuk Data Produktivitas Padi	85
Gambar 4. 32. Normalisasi pada Data Produksi Padi	85
Gambar 4. 33. Fungsi untuk Mengevaluasi Setiap Kromosom	89
Gambar 4. 34. Fungsi untuk Mengevaluasi Setiap Kromosom	90
Gambar 4. 35. Implementasi Uniform Crossover dengan Linear Adaptif.....	92
Gambar 4. 36. Implementasi Mutasi Polinomial pada Python	93
Gambar 4. 37. Hasil Mutasi Polinomial pada Individu.....	94
Gambar 4. 38. Regenerasi Kromosom pada Genetic Algorithm	95
Gambar 4. 39. Optimasi Model untuk Produksi Padi	96
Gambar 4. 40. Distribusi Hiperparameter untuk Model Produksi Padi	97
Gambar 4. 41. Proses Optimasi Model untuk Produktivitas Padi.....	98
Gambar 4. 42. Distribusi Hiperparameter untuk Model Produktivitas Padi	98
Gambar 4. 43. Hasil Prediksi Model pada Data Pelatihan.....	103
Gambar 4. 44. Hasil Prediksi Model pada Data Pengujian.....	104

Gambar 4. 45. Hasil Prediksi Model pada Data Pelatihan	107
Gambar 4. 46. Hasil Prediksi Model pada Data Uji.....	108
Gambar 4. 47. Hasil Prediksi terhadap Data Uji Produksi Padi	111
Gambar 4. 48. Hasil Prediksi terhadap Data Uji Produktivitas Padi	112
Gambar 4. 49. Perbandingan Performa GA-XGBoost dan MLP (Test Set)	126



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Waktu Penelitian	32
Tabel 3. 2. Data Luas Panen sebelum Proses Windowing	39
Tabel 3. 3. Data Produksi Padi sebelum Proses Windowing	39
Tabel 3. 4. Data Produksi Padi dan Luas Panen setelah Proses Windowing	40
Tabel 3. 5. Data Produktivitas sebelum Proses Windowing	40
Tabel 3. 6. Data Produktivitas setelah Proses Windowing	41
Tabel 3. 7. Data Latih untuk Produksi Padi	42
Tabel 3. 8. Data Uji untuk Produksi Padi.....	42
Tabel 3. 9. Data Latih untuk Produktivitas Padi	42
Tabel 3. 10. Data Uji untuk Produktivitas Padi	43
Tabel 3. 11. Hiperparameter Model XGBoost	44
Tabel 3. 12. Hiperparameter Genetic Algorithm	45
Tabel 3. 13. Hiperparameter Model	51
Tabel 3. 14. Perbandingan Model Berdasarkan Metrik Evaluasi.....	53
Tabel 3. 15. Perbandingan Model Berdasarkan Waktu Eksekusi	54
Tabel 4. 1. Titik Koordinat Interpolasi Data Produksi Padi.....	62
Tabel 4. 2. Titik Koordinat Interpolasi Data Luas Panen	65
Tabel 4. 3. Titik Koordinat Interpolasi Data Luas Panen	67
Tabel 4. 4. Informasi Outlier Data Produksi Padi.....	70
Tabel 4. 5. Informasi Outlier Data Produksi Padi.....	72
Tabel 4. 6. Nilai CCF untuk Setiap Lag.....	80
Tabel 4. 7. Struktur Dataset Produksi Padi	85
Tabel 4. 8. Struktur Dataset Produksi Padi	83
Tabel 4. 9. Rincian Hiperparameter GA untuk Produksi Padi.....	86
Tabel 4. 10. Rincian Hiperparameter GA untuk Produktivitas Padi.....	86
Tabel 4. 11. Hiperparameter XGBoost yang Dioptimasi	87
Tabel 4. 12. Struktur Populasi Awal GA-XGBoost.....	88
Tabel 4. 13. Hasil Perhitungan Fitness Populasi.....	89
Tabel 4. 14. Individu Terpilih dari Proses Tournament Selection	91
Tabel 4. 15. Daftar Offspring Hasil dari Proses Crossover	92

Tabel 4. 16. Daftar Offspring Hasil dari Proses Mutasi.....	94
Tabel 4. 17. Perbandingan Hiperparameter untuk Produksi Padi	99
Tabel 4. 18. Perbandingan Hiperparameter untuk Produktivitas Padi	100
Tabel 4. 19. Hasil Evaluasi Model untuk Produksi Padi (Data Latih).....	103
Tabel 4. 20. Hasil Evaluasi Model untuk Produksi Padi (Data Uji)	104
Tabel 4. 21. Komponen Error pada Data Uji Produksi Padi.....	105
Tabel 4. 22. Hasil Evaluasi Model untuk Produktivitas Padi (Data Latih).....	106
Tabel 4. 23. Hasil Evaluasi Model untuk Produktivitas Padi (Data Uji)	107
Tabel 4. 24. Komponen Error pada Data Uji Produktivitas Padi.....	108
Tabel 4. 25. Perbandingan Performa Model (Produksi Padi)	110
Tabel 4. 26. Perbandingan Performa Model (Produktivitas Padi)	112
Tabel 4. 27. Perbandingan Error untuk Data Uji Produktivitas Padi	113
Tabel 4. 28. Waktu Pelatihan dan Prediksi Produksi Padi.....	116
Tabel 4. 29. Waktu Pelatihan dan Prediksi Produktivitas Padi.....	117
Tabel 4. 30. Perbandingan Model dalam Prediksi Produksi Padi	119
Tabel 4. 31. Perbandingan Hiperparameter GA-XGBoost dan GBM	119
Tabel 4. 32. Perubahan Nilai Error untuk Setiap Konfigurasi Hiperparameter	121
Tabel 4. 33. Arsitektur Multilayer Perceptron	124
Tabel 4. 34. Perbandingan Performa Model (Produktivitas Padi)	125
Tabel 4. 35. Arsitektur MLP (Produktivitas Padi)	127
Tabel 4. 36. Performa Menurut Kandidat Fitur pada Data Uji Produksi Padi	130
Tabel 4. 37. Performa Menurut Kandidat Fitur pada Data Uji Produktivitas Padi	130
Tabel 4. 38. Performa Menurut Pemilihan Operator GA (Produksi Padi).....	131
Tabel 4. 39. Performa Menurut Pemilihan Operator GA (Produktivitas Padi)\.....	133
Tabel 4. 40. Format Data Input Produksi Padi.....	137
Tabel 4. 41. Format Data Input Produktivitas Padi.....	138
Tabel 4. 42. Tahapan Validasi Data Input.....	138

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pedoman Wawancara	147
Lampiran 2. Dokumentasi saat Wawancara.....	149
Gambar 1. Wawancara terkait Variabel Pertanian dengan pihak BPS	149
Gambar 2. Wawancara terkait Variabel Pertanian dengan pihak BPS	149
Gambar 3. Wawancara terkait Fenomena Data dengan pihak BPS	149
Gambar 4. Wawancara terkait Fenomena Data dengan pihak BPS	149

