

**PREDIKSI WAKTU TUNGGU ANTREAN PADA MAL  
PELAYANAN PUBLIK DENGAN METODE XGBOOST  
DAN RANDOM FOREST**

**TESIS**

Oleh

**I KOMANG OKA NUANTARA**

**NIM 2129101057**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
2024**

**PREDIKSI WAKTU TUNGGU ANTREAN PADA MAL  
PELAYANAN PUBLIK DENGAN METODE XGBOOST  
DAN RANDOM FOREST**

**TESIS**

Diajukan kepada  
Universitas Pendidikan Ganesha  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Magister Komputer  
Program Studi Ilmu Komputer

Oleh

**I KOMANG OKA NUANTARA**

NIM 2129101057



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tesis oleh I Komang Oka Nuantara ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tesis

Singaraja, 20 Juni 2024

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Dewa Gede Hendra Divayana, S.Kom., M.Kom. IPM, ASEAN. Eng., APEC. Eng.  
NIP. 198407242015041002

Pembimbing II



Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd.  
NIP 197606252001122001

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Tesis oleh I Komang Oka Nuantara ini telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha,

Disetujui pada tanggal: 10 Juli 2024

oleh  
Tim Penguji

.....  

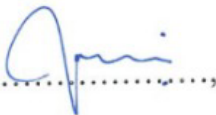

Ketua (Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom, M.Cs)  
NIP 198307252008011008

.....  


Anggota (Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc.,  
Ph.D.)  
NIP 1198211112008121001

.....  


Anggota (Prof. Dr. Ir. Dewa Gede Hendra Divayana,  
S.Kom., M.Kom. IPM, ASEAN. Eng., APEC. Eng.)  
NIP 198407242015041002

.....  


Anggota (Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.PD.)  
NIP 197606252001122001

Mengetahui Direktur  
Program Pascasarjana Undiksha,  
  
Prof. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd.  
NIP 195910101986031003

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang sudah saya susun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Ilmu Komputer dari Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha merupakan hasil dari buah karya saya sendiri. Pada bagian tertentu penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dan sudah sesuai dengan norma, kaidah, serta etika akademis.

Apabila di kemudian hari ditemukan keseluruhan ataupun sebagian dari tesis yang saya buat ini bukan merupakan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang sudah saya sandang dan menerima sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Singaraja, 20 Juni 2024  
Yang memberi pernyataan,



10000  
METERAI  
TEMPEL  
13A1DALX235441368

(I Komang Oka Nuantara)

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah-Nya, sehingga tesis yang berjudul: “Prediksi Waktu Tunggu Antrean Pada Mal Pelayanan Publik Dengan Metode XGBoost dan *Random Forest*”, dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

Untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha pada Program Studi Ilmu Komputer maka penulis membuat penelitian ini. Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusinya dalam penyelesaian pembuatan tesis ini. Maka dari itu, ijinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak berikut.

1. Prof. Dr. Ir. Dewa Gede Hendra Divayana, S.Kom., M.Kom., IPM, ASEAN. Eng sebagai pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi yang demikian bermakna, sehingga penulis mampu melewati berbagai hambatan dalam perjalanan studi dan penyelesaian tesis ini
2. Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.PD., sebagai pembimbing II, yang dengan telah memacu semangat, motivasi, dan harapan penulis selama proses pembuatan penelitian dan penulisan naskah laporan tesis ini, sehingga tesis ini dapat terwujud dengan baik sesuai harapan.
3. Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan bantuan secara moril dan memfasilitasi berbagai kepentingan studi, selama penulis menempuh perkuliahan di Program Pascasarjana Undiksha.
4. Bapak Direktur Program Pascasarjana Undiksha dan staf, yang telah banyak membantu selama penulis mengikuti dan menyelesaikan penulisan tesis ini.

5. Ketua Program Studi Ilmu Komputer dan staf dosen pengajar di program studi Ilmu Komputer yang telah banyak membantu dan memotivasi penulis selama perjalanan studi dan penyusunan tesis ini.
6. Dr. Ir. I Made Agus Aryawan, ST. MT., sebagai Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Badung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian pada Mal Pelayanan Publik Kabupaten Badung
7. Pimpinan dan rekan-rekan pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Badung yang telah memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini.
8. Rekan-rekan TIM Ahli IT pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kabupaten Badung yang telah memberikan dukungan moral dan berkontribusi membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini.
9. Keluarga dan orang-orang tercinta yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan moral kepada penulis agar dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.

Semoga semua bantuan yang telah mereka berikan dalam menyelesaikan studi ini, mereka diberkati imbalan yang sepadan oleh Tuhan Yang Maha Esa, kesehatan, dan keharmonian dalam menjalani kehidupan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca.

Singaraja, 10 Juli 2024  
Penulis

## DAFTAR ISI

(halaman)

PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	7
1.3 Pembatasan Masalah.....	8
1.4 Rumusan Masalah.....	9
1.5 Tujuan Penelitian.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	12
2.1 Kajian Teori.....	12
2.2 Kajian Penelitian Yang Relevan.....	24
2.3 Kerangka Berpikir.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Rancangan Penelitian.....	29
3.2 Tahapan Penelitian.....	30
3.3 Pengumpulan Data.....	32
3.4 Data <i>Pre-processing</i> .....	33
3.5 Pembangunan Model Prediksi.....	36
3.6 Pengujian Model.....	38
3.7 Pengambilan Kesimpulan.....	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Hasil Penelitian.....	39
4.2 Pembahasan.....	98
BAB V PENUTUP.....	107
5.1 Rangkuman.....	107
5.2 Kesimpulan.....	108
5.3 Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....	111

## DAFTAR GAMBAR

(halaman)



Gambar 2.1 Single-queue Single-server sistem .....	12
Gambar 2.2 Single-queue Multiple-server sistem.....	13
Gambar 2.3: Alur sistem antrean MPP Kabupaten Badung.....	15
Gambar 2.4 Pohon Keputusan XGBoost .....	18
Gambar 2.5 Contoh Regression Tree .....	20
Gambar 2.6 Pohon Keputusan <i>Random Forest</i> .....	21
Gambar 2.7 Kerangka Berpikir .....	27
Gambar 3.1 Prototype Simulasi Prediksi Waktu Tunggu Pada Sistem Antrean MPP Kabupaten Badung .....	30
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian .....	31
Gambar 4.1 Fungsi <i>import</i> dataset antrean .....	40
Gambar 4.2 Memanggil Fungsi Membaca Data .....	41
Gambar 4.3 Fungsi Untuk Memanggil Data Cuaca .....	43
Gambar 4.4 Fungsi Menghapus Data Yang Salah .....	45
Gambar 4.5 Data Outlier pada Data BPJS Kesehatan.....	47
Gambar 4.6 Data Outlier pada Data Dinas Kesehatan.....	48
Gambar 4.7 Fungsi Menghapus Outlier .....	49
Gambar 4.8 Contoh Kode Untuk Ekstraksi Fitur <i>queue_created_at</i> .....	53
Gambar 4.9 Contoh Transformasi Fitur dan Ekstraksi Fitur.....	53
Gambar 4.10 Kode Transformasi <i>One-hot Encoding</i> pada <i>queue_created_at</i> .....	56
Gambar 4.11 Hasil Transformasi Kluster Dengan Teknik <i>One-hot Encoding</i> .....	56
Gambar 4.12 Kode Transformasi <i>One-hot Encoding</i> Pada Fitur Kode Hari .....	57
Gambar 4.13 Proses Transformasi Lagged Features.....	58
Gambar 4.14 Hasil Transformasi <i>Lagged Features</i> .....	59
Gambar 4.15 Contoh Data Riwayat Cuaca .....	60
Gambar 4.16 Perhitungan Korelasi Antar Fitur .....	66
Gambar 4.17 Matriks korelasi dataset BPJS Kesehatan .....	67
Gambar 4.18 Matriks Korelasi Dataset Dinas Kesehatan.....	68
Gambar 4.19 Proses standarisasi fitur dengan <i>StandarScaler</i> .....	70
Gambar 4.20 Hasil Standarisasi Data.....	71
Gambar 4.25 Fit Transform Komponen Utama .....	71

Gambar 4.26 Ilustrasi pemisahan dataset antrean .....	72
Gambar 4.27 Kode Program Fungsi <i>train_test_split</i> .....	73
Gambar 4.28 Ilustrasi Pemisahan Data Training dan Data Testing .....	74
Gambar 4.29 Install XGBoost dengan pip .....	76
Gambar 4.30 Kode Program Impor XGBoost Regressor.....	76
Gambar 4.31 Fungsi <i>Training</i> Dataset dengan XGBoost Regressor .....	77
Gambar 4.32 Kode Training Dataset BPJS Kesehatan dengan model XGBoost .	77
Gambar 4.33 Kode Training Dataset Dinas Kesehatan dengan model XGBoost.	78
Gambar 4.34 Impor RandomForestRegressor.....	78
Gambar 4.35 Fungsi <i>training data</i> dengan <i>Random Forest Regressor</i> .....	78
Gambar 4.36 Kode Training Dataset BPJS Kesehatan dengan model RF.....	79
Gambar 4.37 Kode Program Training Dataset Dinas Kesehatan dengan Model RF .....	79
Gambar 4.38 Proses Validasi Model Prediksi.....	80
Gambar 4.39 Hasil Validasi Model.....	81
Gambar 4.40 Hasil Validasi Model dengan Reduksi Fitur .....	84
Gambar 4.41 Kode Untuk Mencari Fitur Penting.....	88
Gambar 4.42 Fitur Penting Model XGBoost dan <i>Random Forest</i> pada Dataset BPJS Kesehatan .....	88
Gambar 4.43 Fitur Penting Model XGBoost dan <i>Random Forest</i> Pada Dataset BPJS Kesehatan Dengan <i>Lagged features</i> .....	89
Gambar 4.44 Fitur Penting Model XGBoost dan <i>Random Forest</i> pada dataset Dinas Kesehatan .....	90
Gambar 4.45 Fitur Penting Model XGBoost dan <i>Random Forest</i> pada dataset Dinas Kesehatan dengan <i>Lagged features</i> .....	91
Gambar 4.46 Pengujian Dengan Data Test .....	92
Gambar 4.47 Hasil Pengujian Dengan Data Testing .....	93
Gambar 4.48 Hasil pengujian dengan data test pada model yang mengalami reduksi fitur.....	96
Gambar 4.49 Durasi Pelatihan Dataset BPJS Kesehatan .....	97
Gambar 4.50 Durasi Pelatihan Dataset Dinas Kesehatan .....	98

## DAFTAR TABEL

(halaman)

Tabel 2.1 Parameter metode XGBoost.....	19
Tabel 4.1 Jumlah dan Analisis Data Antrean.....	41
Tabel 4.2 Fitur Data Antrean .....	42
Tabel 4.3 Fitur Riwayat Cuaca.....	43
Tabel 4.4 Jumlah Data Yang Dihapus.....	46
Tabel 4.5 Data <i>Outlier</i> yang Dihapus .....	49
Tabel 4.6 Contoh Transformasi Data Non Numerik ke Data Numerik .....	51
Tabel 4.7 Contoh Ekstraksi Fitur <i>queue_created_at</i> .....	52
Tabel 4.8 Kluster Waktu Antrean .....	54
Tabel 4.9 Transformasi One-hot Encoding pada fitur waktu antrean diambil.....	55
Tabel 4.10 Transformasi One-hot Encoding pada Fitur Kode Hari.....	57
Tabel 4.11 Simulasi Penggabungan Data Riwayat Cuaca .....	60
Tabel 4.12 Kategori Fitur Prediksi Waktu Tunggu Antrean.....	62
Tabel 4.13 Fitur Prediksi Waktu Tunggu Antrean.....	64
Tabel 4.14 Fitur Setelah Mengalami Reduksi.....	69
Tabel 4.15 Jumlah Data <i>Training, Validation</i> dan <i>Testing</i> .....	75
Tabel 4.16 Hasil Validasi Model BPJS Kesehatan .....	81
Tabel 4.17 Hasil Validasi Model Dinas Kesehatan .....	82
Tabel 4.18 Hasil Validasi dengan Reduksi Fitur pada Dataset BPJS Kesehatan..	84
Tabel 4.19 Hasil Validasi dengan Reduksi Fitur pada Dataset Dinas Kesehatan .	85
Tabel 4.20 Hyperparameter Model Prediksi .....	87
Tabel 4.21 Hasil Pengujian pada Dataset BPJS Kesehatan .....	93
Tabel 4.22 Hasil Pengujian pada Dataset Dinas Kesehatan.....	94
Tabel 4.23 Perbandingan Hasil Validasi dan Pengujian pada Dataset BPJS Kesehatan .....	99
Tabel 4.24 Perbandingan Hasil Validasi dan Pengujian pada Dataset Dinas Kesehatan .....	100

## DAFTAR LAMPIRAN

(halaman)

Lampiran 1. Wawancara sistem antrean pada MPP Kabupaten Badung .....	115
Lampiran 2. Perhitungan Mean Absolute Error (MAE) .....	117
Lampiran 3. Perhitungan Root Mean Squared Error (RMSE) .....	118
Lampiran 4. Data Instansi dan Kunjungan MPP Badung 2022 .....	119

