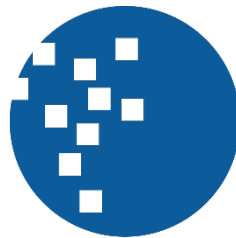


**PENGEMBANGAN SISTEM PRIORITAS LEAD DAN  
REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP BERBASIS  
MACHINE LEARNING UNTUK OPTIMASI KINERJA SALES  
DI PT XYZ**



**UMN**

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

Skripsi

**Dwi Yulianto**

**00000074859**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA  
TANGERANG**

**2025**

**PENGEMBANGAN SISTEM PRIORITAS LEAD DAN  
REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP BERBASIS  
MACHINE LEARNING UNTUK OPTIMASI KINERJA SALES  
DI PT XYZ**



**Skripsi**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh**

**Gelar Sarjana Komputer**

**Dwi Yulianto**

**00000074859**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA  
TANGERANG**

**2025**

## HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Dwi Yulianto  
Nomor Induk Mahasiswa : 00000074859  
Program Studi : Sistem Informasi

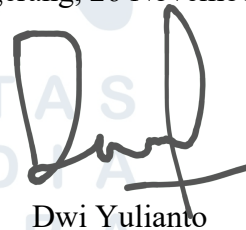
Skripsi dengan judul:

“PENGEMBANGAN SISTEM PRIORITAS LEAD DAN REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK OPTIMASI KINERJA SALES DI PT XYZ”

Merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

Tangerang, 26 November 2025



Dwi Yulianto

## **LEMBAR PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dwi Yulianto  
NIM : 00000074859  
Program Studi : Sistem Informasi  
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN SISTEM PRIORITAS LEAD  
DAN REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP  
BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK  
OPTIMASI KINERJA SALES DI PT XYZ

Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan Artifisial (AI) dalam pengerjaan Tugas Akhir sebagai berikut:

- ☐ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu dalam menghasilkan ide-ide utama saja
- ☒ Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu menghasilkan teks pertama saja
- ☒ Menggunakan AI untuk menyempurnakan sintaksis dan tata bahasa untuk pengumpulan tugas
- ☐ Karena tidak diizinkan: Tidak menggunakan bantuan AI dengan cara apa pun dalam pembuatan tugas

Saya juga menyatakan bahwa:

- (1) Menyerahkan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang diperlukan dalam tugas melalui Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI)
- (2) Saya mengakui bahwa saya telah menggunakan bantuan AI dalam tugas saya baik dalam bentuk kata, paraphrase, penyertaan ide atau fakta penting yang disarankan oleh AI dan saya telah menyantumkan dalam sitasi serta referensi

Terlepas dari pernyataan di atas, tugas ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri

Tangerang, 26 November 2025  
Yang Menyatakan,

  
Dwi Yulianto

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Yulianto

NIM : 00000074859

Program Studi : Sistem Informasi

Jenjang : S1

Judul Karya Ilmiah : PENGEMBANGAN SISTEM PRIORITAS LEAD  
DAN REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP  
BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK  
OPTIMASI KINERJA SALES DI PT XYZ

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia:

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*).
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
  - ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
  - ☐ Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang, 26 November 2025



Dwi Yulianto

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK OPTIMASI KINERJA SALES DI PT XYZ" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara. Penulis berharap karya ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *machine learning*.

Mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., Ph.D, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi, Universitas Multimedia Nusantara.
4. Raymond Sunardi Oetama, MCIS., selaku Pembimbing dan dan Dosen Pengampu yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga terselesainya tugas akhir ini.
5. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *machine learning* dan *artificial intelligence*, serta menjadi inspirasi bagi penelitian selanjutnya.

Tangerang, 26 November 2025



Dwi Yulianto

# **PENGEMBANGAN SISTEM PRIORITAS LEAD DAN REKOMENDASI METODE FOLLOW-UP BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK OPTIMASI KINERJA SALES DI PT XYZ**

Dwi Yulianto

## **ABSTRAK**

Proses follow-up lead pada penjualan pembiayaan konsumen di PT XYZ masih dilakukan secara manual dan subjektif tanpa prioritas yang jelas, sehingga lead potensial dapat terlewat ketika volume pengajuan meningkat dan kapasitas sales terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem prioritas lead dan rekomendasi kanal follow-up berbasis machine learning untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kinerja sales.

Penelitian menggunakan metodologi CRISP-DM dengan data historis pembayaran April-Juni 2025 sebanyak 500.000+ records. Sistem two-stage dikembangkan menggunakan tiga algoritma: Logistic Regression, Random Forest, dan XGBoost. Stage 1 memprediksi booking probability untuk prioritas lead, Stage 2 merekomendasikan channel follow-up (phone atau visit) untuk lead terprioritasi. Evaluasi menggunakan metrik ROC-AUC, Precision, Recall, F1-Score, serta metrik bisnis Recall@80% dan Lift@80%.

XGBoost terpilih sebagai model terbaik pada kedua stage. Stage 1 mencapai ROC-AUC 68,35% dengan Recall@80% sebesar 93%, memungkinkan tim sales menangkap 93% potensi booking dengan follow-up hanya 80% lead. Stage 2 mencapai ROC-AUC 85,59% dengan F1-Score 69%. Sistem meningkatkan conversion rate 16,2% dan efisiensi channel allocation 22%, diimplementasikan dalam dashboard Streamlit untuk pengambilan keputusan prioritas follow-up.

**Kata kunci:** Channel Recommendation, Lead Scoring, Machine Learning, Pembiayaan Konsumen, XGBoost

# DEVELOPMENT OF A MACHINE LEARNING-BASED LEAD PRIORITIZATION AND FOLLOW-UP METHOD RECOMMENDATION SYSTEM FOR SALES PERFORMANCE OPTIMIZATION AT PT XYZ

Dwi Yulianto

## ABSTRACT

*The lead follow-up process in consumer financing sales at PT XYZ is still conducted manually and subjectively without clear prioritization, resulting in potential leads being missed when application volumes increase and sales capacity is limited. This research aims to develop a lead prioritization system and follow-up channel recommendation based on machine learning to improve sales team effectiveness and efficiency.*

*This research employs the CRISP-DM methodology using historical payment data from April-June 2025 with over 500,000 records. A two-stage system was developed using three algorithms: Logistic Regression, Random Forest, and XGBoost. Stage 1 predicts booking probability for lead prioritization, while Stage 2 recommends follow-up channels (phone or visit) for prioritized leads. Evaluation metrics include ROC-AUC, Precision, Recall, F1-Score, and business metrics Recall@80% and Lift@80%.*

*XGBoost was selected as the best model for both stages. Stage 1 achieved ROC-AUC of 68.35% with Recall@80% of 93%, enabling the sales team to capture 93% of potential bookings by following up with only 80% of leads. Stage 2 achieved ROC-AUC of 85.59% with F1-Score of 69%. The system improved conversion rate by 16.2% and channel allocation efficiency by 22%, implemented in a Streamlit dashboard for follow-up priority decision-making.*

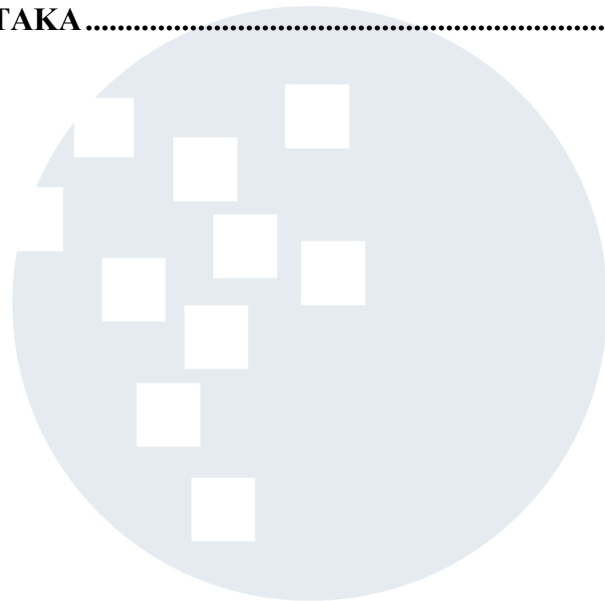
**Keywords:** *Channel Recommendation, Lead Scoring, Machine Learning, Consumer Financing, XGBoost*

## DAFTAR ISI

|                                                     |      |
|-----------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....              | ii   |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....    | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                                 | v    |
| ABSTRAK .....                                       | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                               | vii  |
| DAFTAR ISI.....                                     | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                   | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....                                  | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                               | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                              | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                             | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                            | 7    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                           | 7    |
| 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....              | 8    |
| 1.4.1 Tujuan Penelitian .....                       | 8    |
| 1.4.2 Manfaat Penelitian .....                      | 9    |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                     | 10   |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                         | 12   |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....                      | 12   |
| 2.2 Tinjauan Teori.....                             | 20   |
| 2.2.1 Sistem Rekomendasi Kunjungan Pelanggan .....  | 20   |
| 2.2.2 Customer Relationship Management (CRM).....   | 21   |
| 2.2.3 Machine Learning .....                        | 22   |
| 2.2.4 Supervised Learning .....                     | 23   |
| 2.2.5 Klasifikasi.....                              | 24   |
| 2.2.6 Lead Scoring.....                             | 25   |
| 2.2.7 Strategi Follow-up dan Pemilihan Channel..... | 26   |
| 2.3 Framework dan Algoritma yang Digunakan .....    | 26   |
| 2.3.1 CRISP-DM.....                                 | 26   |
| 2.3.2 Algoritma .....                               | 32   |
| 2.4 Teori tentang Metrik Evaluasi Model .....       | 38   |
| 2.4.1 Confusion Matrix .....                        | 38   |
| 2.4.2 Accuracy.....                                 | 38   |
| 2.4.3 Precision .....                               | 39   |
| 2.4.5 Recall .....                                  | 40   |
| 2.4.6 F-Measure .....                               | 41   |

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.7 Area Under Curve (AUC) .....                              | 42        |
| 2.4.8 Marketing-Specific Metrics.....                           | 43        |
| 2.5 Teori tentang Tools/Software yang digunakan .....           | 45        |
| 2.5.1 Bahasa Pemrograman Python .....                           | 45        |
| 2.5.3 Lingkungan Pengembangan.....                              | 45        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                      | <b>48</b> |
| 3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian.....                         | 48        |
| 3.2 Metode Penelitian.....                                      | 49        |
| 3.2.1 Alur Penelitian.....                                      | 49        |
| 3.2.2 Metode Data Mining .....                                  | 52        |
| 3.3 Teknik Pengambilan Data.....                                | 62        |
| 3.3.1 Populasi dan Sampel .....                                 | 62        |
| 3.3.2 Periode Pengambilan Data .....                            | 63        |
| 3.4 Variabel Penelitian.....                                    | 64        |
| 3.5 Teknik Analisis Data.....                                   | 65        |
| 3.5.1 Tools Analisis Data.....                                  | 65        |
| 3.5.1 Metode Validasi Model.....                                | 67        |
| <b>BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN .....</b>               | <b>69</b> |
| 4.1 Business Understanding.....                                 | 69        |
| 4.2 Data Understanding .....                                    | 70        |
| 4.3 Data Preparation .....                                      | 87        |
| 4.3.1 Pembersihan dan Standarisasi Data.....                    | 87        |
| 4.3.2 Penentuan Kelompok Variabel.....                          | 89        |
| 4.3.3 Pembagian Data Training dan Testing .....                 | 90        |
| 4.3.4 Encoding dan Normalisasi Fitur.....                       | 91        |
| 4.3.5 Penyusunan Dataset per Tahap .....                        | 92        |
| 4.3.6 Feature Selection .....                                   | 93        |
| 4.4 Modeling.....                                               | 94        |
| 4.4.1 Arsitektur & Data Siap-Model .....                        | 94        |
| 4.4.2 Konfigurasi Pelatihan Model .....                         | 96        |
| 4.4.3 Langkah-langkah Umum Modelling .....                      | 103       |
| 4.4.4 Modelling Stage 1 (Booking Prediction) .....              | 105       |
| 4.4.5 Modelling Stage 2 (Channel Recommendation).....           | 115       |
| 4.5 Evaluasi .....                                              | 127       |
| 4.5.1 Perbandingan Model Stage 1 (Booking Prediction).....      | 127       |
| 4.5.2 Perbandingan Model Stage 2 (Channel Recommendation) ..... | 133       |
| 4.5.3 Konfigurasi Final Two-Stage System .....                  | 137       |
| 4.5.4 Analisis Feature Importance.....                          | 139       |
| 4.6 Deployment .....                                            | 143       |
| 4.6.1 Arsitektur Sistem .....                                   | 143       |

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| 4.6.2 Struktur File .....                        | 149        |
| 4.6.3 Pipeline Deployment dan User Workflow..... | 151        |
| 4.6.4 Antarmuka Dashboard.....                   | 152        |
| <b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>            | <b>158</b> |
| 5.1 Simpulan .....                               | 158        |
| 5.2 Saran.....                                   | 160        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                      | <b>162</b> |



**UMN**  
 UNIVERSITAS  
 MULTIMEDIA  
 NUSANTARA

## DAFTAR TABEL

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terkait .....                                             | 12  |
| Tabel 3. 1 Perbandingan Framework .....                                         | 53  |
| Tabel 3. 2 Daftar Kolom Dataset .....                                           | 56  |
| Tabel 3. 3 Perbandingan Tools Analisis Data .....                               | 66  |
| Tabel 4. 1 Dataset dan Pembagian Variabel untuk Setiap Tahap Pemodelan .....    | 96  |
| Tabel 4. 2 Parameter Grid XGBoost untuk Hyperparameter Tuning .....             | 99  |
| Tabel 4. 3 Parameter Grid Random Forest untuk Hyperparameter Tuning .....       | 100 |
| Tabel 4. 4 Parameter Grid Logistic Regression untuk Hyperparameter Tuning ..... | 101 |
| Tabel 4. 5 Top 3 Configurations XGBoost 1 .....                                 | 107 |
| Tabel 4. 6 Top 3 Configurations Random Forest Stage 1 .....                     | 110 |
| Tabel 4. 7 Top 3 Configurations Logistic Regression Stage 1 .....               | 114 |
| Tabel 4. 8 Top 3 Configurations XGBoost Stage 2 .....                           | 118 |
| Tabel 4. 9 Top 3 Configurations Random Forest Stage 2 .....                     | 122 |
| Tabel 4. 10 Top 3 Configurations Logistic Regression Stage 2 .....              | 125 |
| Tabel 4. 11 Perbandingan Performa Model Stage 1 .....                           | 127 |
| Tabel 4. 12 Perbandingan Performa Model Stage 2 .....                           | 133 |

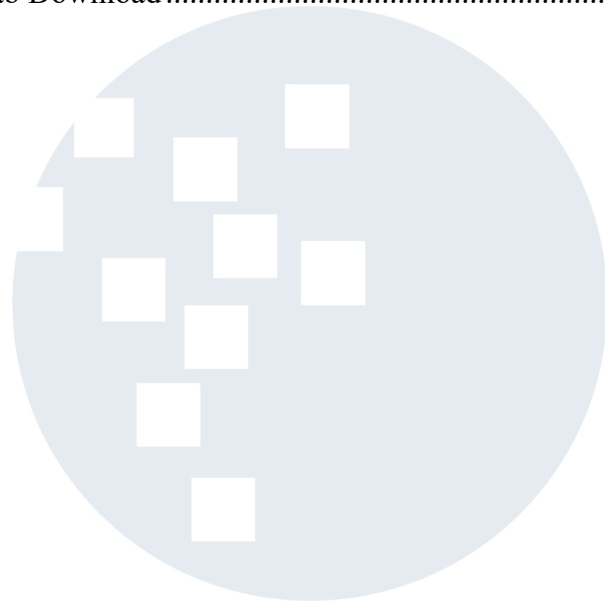


## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. 1 Kontribusi dan Tren Industri Multifinance Indonesia.....                                                     | 1  |
| Gambar 2. 1 CRISP- DM.....                                                                                               | 27 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....                                                                                 | 50 |
| Gambar 3. 2 Diagram Proses Data Understanding .....                                                                      | 55 |
| Gambar 3. 3 Diagram Proses Data Preparation .....                                                                        | 58 |
| Gambar 3. 4 Diagram Proses Modelling.....                                                                                | 59 |
| Gambar 3. 5 Diagram Proses Evaluation .....                                                                              | 60 |
| Gambar 3. 6 Diagram Proses Deployment.....                                                                               | 62 |
| Gambar 4. 1 Potongan kode pembacaan dataset CRM PT XYZ .....                                                             | 71 |
| Gambar 4. 2 Hasil ringkasan struktur dan kelengkapan data CRM PT XYZ .....                                               | 72 |
| Gambar 4. 3 Visualisasi Distribusi Channel, Status Booking, dan Konversi per Channel .....                               | 73 |
| Gambar 4. 4 Visualisasi Proporsi Missing Values pada Dataset CRM PT XYZ .                                                | 74 |
| Gambar 4. 5 Ringkasan Statistik Deskriptif Variabel Finansial dan Operasional                                            | 75 |
| Gambar 4. 6 Hasil Deteksi Outlier Berdasarkan Metode IQR.....                                                            | 76 |
| Gambar 4. 7 Visualisasi Jumlah Kategori Unik pada Variabel Kategorikal.....                                              | 76 |
| Gambar 4. 8 Distribusi dan Tingkat Keberhasilan Booking Berdasarkan Variabel Kategorikal.....                            | 77 |
| Gambar 4. 9 Distribusi Tingkat Keberhasilan Booking Berdasarkan Provinsi ....                                            | 79 |
| Gambar 4. 10 Perbandingan Distribusi Variabel Numerik terhadap Status Booking .....                                      | 80 |
| Gambar 4. 11 Korelasi Variabel Numerik terhadap Keberhasilan Booking.....                                                | 81 |
| Gambar 4. 12 Analisis Segmentasi Pelanggan.....                                                                          | 82 |
| Gambar 4. 13 Distribusi Jumlah Nasabah dan Tingkat Keberhasilan Booking berdasarkan Tahap Kontrak Pembiayaan.....        | 83 |
| Gambar 4. 14 Tren Bulanan Booking Rate dan Volume Prospek .....                                                          | 84 |
| Gambar 4. 15 Perbandingan Volume Prospek dan Tingkat Keberhasilan Booking berdasarkan Asal Business Unit Pelanggan ..... | 85 |
| Gambar 4. 16 Rentang Perbedaan Booking Rate per Variabel Kategorikal .....                                               | 86 |
| Gambar 4. 17 Proses Pembersihan dan Standarisasi Data Awal .....                                                         | 87 |
| Gambar 4. 18 Deteksi Outlier pada Variabel Numerik Menggunakan Metode IQR .....                                          | 88 |
| Gambar 4. 19 Penanganan Outlier dengan Flooring dan Winsorization (p99).....                                             | 89 |
| Gambar 4. 20 Penentuan Kelompok Variabel.....                                                                            | 89 |
| Gambar 4. 21 Pembagian Data Training dan Testing Menggunakan Stratified Sampling .....                                   | 90 |
| Gambar 4. 22 Proses Encoding Variabel Kategorikal Menggunakan LabelEncoder .....                                         | 91 |
| Gambar 4. 23 Proses Normalisasi Variabel Numerik Menggunakan StandardScaler.....                                         | 92 |
| Gambar 4. 24 Penyusunan Dataset per Tahap Pemodelan.....                                                                 | 92 |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 25 Seleksi Fitur Menggunakan XGBoost Feature Importance .....                          | 93  |
| Gambar 4. 26 Train-Validation Split Implementation .....                                         | 96  |
| Gambar 4. 27 Penanganan Class Imbalance pada XGBoost.....                                        | 97  |
| Gambar 4. 28 Penanganan Class Imbalance pada Random Forest .....                                 | 97  |
| Gambar 4. 29 Penanganan Class Imbalance pada Logistic Regression.....                            | 98  |
| Gambar 4. 30 Konfigurasi Parameter Grid XGBoost .....                                            | 99  |
| Gambar 4. 31 Konfigurasi Parameter Grid Random Forest.....                                       | 100 |
| Gambar 4. 32 Konfigurasi Parameter Grid Logistic Regression .....                                | 101 |
| Gambar 4. 33 Implementasi Early Stopping Strategy pada XGBoost.....                              | 102 |
| Gambar 4. 34 Implementasi Custom Evaluation Metric.....                                          | 103 |
| Gambar 4. 35 Implementasi Baseline Model XGBoost Stage 1 .....                                   | 106 |
| Gambar 4. 36 Konfigurasi Parameter Grid untuk Hyperparameter Tuning<br>XGBoost.....              | 106 |
| Gambar 4. 37 Training Best Model dan Threshold Optimization XGBoost Stage 1<br>.....             | 108 |
| Gambar 4. 38 Implementasi Baseline Model Random Forest Stage 1 .....                             | 109 |
| Gambar 4. 39 Konfigurasi Parameter Grid dan Tuning Loop .....                                    | 110 |
| Gambar 4. 40 Training Best Model Random Forest Stage 1 .....                                     | 111 |
| Gambar 4. 41 Implementasi Baseline Model Logistic Regression Stage 1 .....                       | 112 |
| Gambar 4. 42 Konfigurasi Parameter Grid dan Tuning Loop Logistic Regression<br>Stage 1 .....     | 113 |
| Gambar 4. 43 Training Best Model.....                                                            | 114 |
| Gambar 4. 44 Implementasi Model XGBoost Stage 2.....                                             | 116 |
| Gambar 4. 45 Konfigurasi Parameter Grid dan Tuning Loop XGBoost Stage 2 .....                    | 117 |
| Gambar 4. 46 Best Model Training XGBoost Stage 2.....                                            | 119 |
| Gambar 4. 47 Implementasi Baseline Model Random Forest Stage 2 .....                             | 120 |
| Gambar 4. 48 Konfigurasi Parameter Grid dan Tuning Loop Random Forest Stage<br>2.....            | 121 |
| Gambar 4. 49 Training Best Model dan Threshold Optimization Random Forest<br>Stage 2 .....       | 123 |
| Gambar 4. 50 Implementasi Baseline Model Logistic Regression Stage 2 .....                       | 124 |
| Gambar 4. 51 Konfigurasi Parameter Grid dan Tuning Loop Logistic Regression<br>Stage 2.....      | 125 |
| Gambar 4. 52 Training Best Model dan Threshold Optimization Logistic<br>Regression Stage 2 ..... | 126 |
| Gambar 4. 53 Lift chart model XGBoost Stage.....                                                 | 128 |
| Gambar 4. 54 Confusion matrix 3 Model Stage 1 .....                                              | 130 |
| Gambar 4. 55 Confusion matrix ketiga model Stage 2 pada threshold optimal .                      | 134 |
| Gambar 4. 56 Top 20 Feature Importance Stage 1 .....                                             | 139 |
| Gambar 4. 57 Top 20 Feature Importance Stage 2 .....                                             | 141 |
| Gambar 4. 58 Inisialisasi Session State.....                                                     | 144 |
| Gambar 4. 59 Load Model Artifacts .....                                                          | 145 |
| Gambar 4. 60 Load Preprocessors .....                                                            | 146 |
| Gambar 4. 61 Metadata Structure Stage 1 .....                                                    | 147 |
| Gambar 4. 62 Metadata Structure Stage 2 .....                                                    | 148 |
| Gambar 4. 63 Two-Stage Prediction Flow.....                                                      | 149 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 64 Struktur File Deployment.....                    | 151 |
| Gambar 4. 65 Pipeline Deployment Flow.....                    | 151 |
| Gambar 4. 66 Tab Getting Started .....                        | 152 |
| Gambar 4. 67 Tab Upload Data .....                            | 153 |
| Gambar 4. 68 Tab Run Prediction.....                          | 154 |
| Gambar 4. 69 Tab Results & Analysis.....                      | 155 |
| Gambar 4. 70 Tabel Output Top 20 High Priority Customers..... | 156 |
| Gambar 4. 71 Tab Download .....                               | 157 |



UMN  
UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA

## DAFTAR RUMUS

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Rumus 2. 1 Rumus Extreme Gradient Boost ..... | 33 |
| Rumus 2. 2 Rumus Random Forest.....           | 35 |
| Rumus 2. 3 Rumus Logistic Regression .....    | 36 |
| Rumus 2. 4 Rumus Accuracy .....               | 39 |
| Rumus 2. 5 Rumus Precision .....              | 40 |
| Rumus 2. 6 Rumus Recall.....                  | 41 |
| Rumus 2. 7 Rumus Precision .....              | 42 |
| Rumus 2. 8 Rumus AUC.....                     | 42 |
| Rumus 2. 9 Rumus Precision@k .....            | 44 |
| Rumus 2. 10 Rumus Recall@k .....              | 44 |
| Rumus 2. 11 Rumus Lift @k .....               | 45 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran A Turnitin Similarity Report .....                              | 168 |
| Lampiran B Form Konsultasi Bimbingan .....                               | 178 |
| Lampiran C Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artificial (AI)..... | 179 |



UMN  
UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA