

**MODEL REKOMENDASI PEMILIHAN  
KONSENTRASI PADA PROGRAM STUDI DENGAN  
KOMBINASI METODE *MULTICLASSIFIER VOTING*  
(Studi Kasus : Program Studi Sistem Informasi  
ITB STIKOM Bali)**

**TESIS**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
2023**



**MODEL REKOMENDASI PEMILIHAN  
KONSENTRASI PADA PROGRAM STUDI DENGAN  
KOMBINASI METODE *MULTICLASSIFIER VOTING*  
(Studi Kasus : Program Studi Sistem Informasi  
ITB STIKOM Bali)**

**TESIS**

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

**Oleh  
I Gusti Ayu Nandia Lestari  
NIM 2029101027**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TESIS

Tesis Dengan Judul Model Rekomendasi Pemilihan Konsentrasi Pada Program Studi Dengan Kombinasi Metode Multiclassifier Voting (Studi Kasus : Program Studi Sistem Informasi ITB STIKOM Bali) ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tesis

Singaraja, 16 Agustus 2023

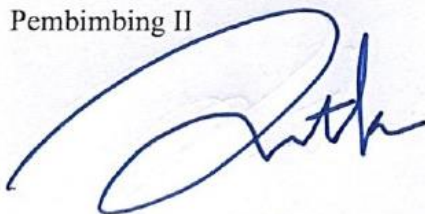
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Gede Hendra Divayana S.Kom.,M.Kom

NIP. 198407242015041002

Pembimbing II



Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom.,M.T.,Ph.D

NIP.197803242005011001

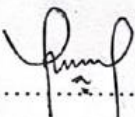
## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS

Tesis Dengan Judul Model Rekomendasi Pemilihan Konsentrasi Pada Program Studi Dengan Kombinasi Metode Multiclassifier Voting (Studi Kasus : Program Studi Sistem Informasi ITB STIKOM Bali) ini telah dipertahankan didepan 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 : 16 Agustus 2023

Oleh

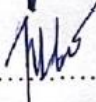
Tim Penguji

  
.....

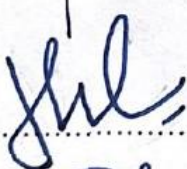
Ketua Penguji (Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si.,M.Kom)  
NIP.196512291990032002

  
.....

Penguji I (Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd)  
NIP. 197606252001122001

  
.....

Penguji II (Dr. Gede Indrawan, S.T.,MT.)  
NIP. 197601022003121001

  
.....

Penguji III (Prof. Dr. Ir. Dewa Gede Hendra Divayana,  
S.Kom.,M.Kom.)  
NIP. 198407242015041002

  
.....

Penguji IV (Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom.,M.T.,Ph.D)  
NIP. 197803242005011001



Prof. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd  
NIP. 19591010 198603 1 003

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Komputer dari Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan norma, kaidah, serta etika akademis.

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

Singaraja, 4 September 2023

Yang memberi pernyataan,



(I Gusti Ayu Nandia Lestari)

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas asung waranugraha-Nya, tesis yang berjudul “*Model Rekomendasi Pemilihan Konsentrasi Pada Program Studi Dengan Kombinasi Metode Multiclassifier Voting*” dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan studi di Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, Program Studi Ilmu Komputer. Pada lembar-lembar awal tesis ini, ijin penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Dewa Gede Hendra Divayana, S.Kom., M.Kom., sebagai pembimbing I yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi yang demikian bermakna, sehingga penulis mampu melewati berbagai kerikil dalam perjalanan studi dan penyelesaian tesis ini.
2. Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D., sebagai pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi selama penyusunan tesis, sehingga tesis ini dapat terwujud dengan baik sesuai harapan.
3. Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan bantuan secara moril dan memfasilitasi berbagai kepentingan studi, selama penulis menempuh perkuliahan di Program Pascasarjana Undiksha.
4. 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. Rekan-rekan seangkatan di Program Studi Ilmu Komputer yang dengan karakternya masing-masing telah banyak berkontribusi membentuk kemandirian penulis selama menjalani studi dan menyelesaikan tesis ini.
7. Kepada kekasih tercinta, I Komang Agus Ady Aryanto, aku ingin mengungkapkan betapa berharganya dukungan dan semangatmu selama proses pengerjaan tesis ini. Tanpa kehadiranmu, mungkin perjalanan ini takkan

seberarti ini. Kamu adalah sumber inspirasiku, penopangku, dan motivasiku sepanjang perjalanan ini. Terima kasih karena telah memahami ketika aku harus fokus, sabar saat aku stres, dan selalu ada saat aku membutuhkan seseorang untuk berbicara.

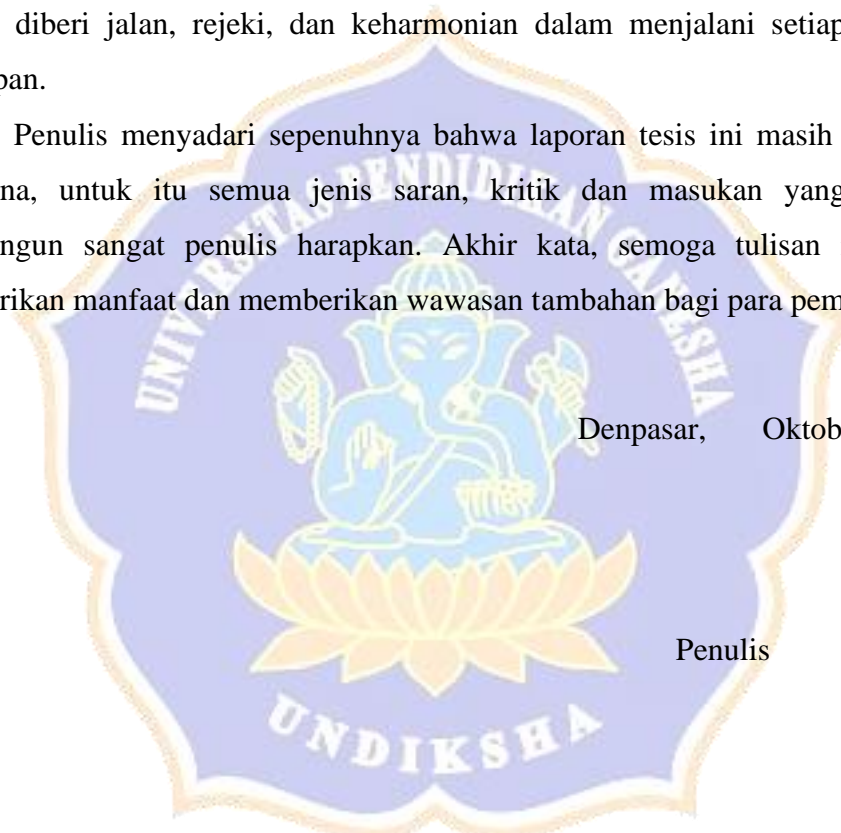
8. Seluruh evaluator yang telah banyak membantu selama penulis mengikuti dan menyelesaikan penulisan tesis ini.

Semoga semua bantuan yang telah mereka taburkan dalam perjalanan studi penulis, terhargakan dengan sepantasnya oleh Tuhan Yang Maha Esa, sehingga mereka diberi jalan, rejeki, dan keharmonian dalam menjalani setiap langkah 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.

Denpasar, Oktober 2023

Penulis





## DAFTAR ISI

(halaman)

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TESIS .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	8
1.3 Pembatasan Masalah .....	9
1.4 Rumusan Masalah .....	9
1.5 Tujuan Penelitian .....	10
1.6 Manfaat Penelitian .....	11
BAB II .....	13
KAJIAN PUSTAKA .....	13
2.1 Kajian Teori .....	13

2.1.1	Data Mining .....	13
2.1.2	Klasifikasi .....	14
2.1.3	Ketidakseimbangan Kelas (Imbalanced Class).....	15
2.1.4	Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) .....	15
2.1.5	Synthetic Minority Over-sampling Technique Nominal Continuous (SMOTE-NC) .....	16
2.1.6	Metode Cross Validation .....	17
2.1.7	Support Vector Machine (SVM).....	18
2.1.8	Decision Tree (DT).....	20
2.1.9	Random Forest.....	21
2.1.10	Pengukuran Evaluasi.....	22
2.1.10.1	Confusion Matrix .....	23
2.1.10.2	Accuracy.....	25
2.1.10.3	Precision .....	25
2.1.10.4	Recall.....	25
2.1.10.5	F1-Score / F-Measure.....	26
2.1.11	Bahasa Pemrograman Python.....	26
2.2	Hasil Penelitian yang Relevan.....	29
2.3	Kerangka Berpikir .....	40
<b>BAB III .....</b>		<b>42</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>		<b>42</b>
3.1	Gambaran Umum Sistem .....	42
3.2	Desain Pengujian Sistem.....	53

BAB IV .....	55
HASIL PEMBAHASAN .....	55
4.1 Datasets .....	55
4.2 Hasil dan Pengujian.....	59
4.2.1 SMOTE .....	59
4.2.2 Proses Modeling Metode .....	88
4.2.3 Evaluasi Hasil Pengujian dan Validasi Model .....	94
BAB V.....	134
PENUTUP.....	134
5.1 Rangkuman.....	134
5.2 Simpulan.....	137
5.3 Saran.....	139
DAFTAR PUSTAKA .....	140
LAMPIRAN.....	144



## DAFTAR TABEL

(halaman)

Tabel 2. 1 <i>Confusion Matrix</i> .....	24
Tabel 3. 1 Data nilai mahasiswa setiap matakuliah .....	45
Tabel 3. 2 Jumlah Data Mahasiswa.....	47
Tabel 3. 3 Karakteristik Data Mahasiswa .....	48
Tabel 3. 4 Performa <i>Matrix</i> .....	53
Tabel 4. 1 Fitur dataset.....	56
Tabel 4. 2 Jumlah Data Original .....	57
Tabel 4. 3 Dataset Nilai Mahasiswa.....	58
Tabel 4. 4 Original Data Kelas E-Tourism .....	62
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Euclidean Distance Kelas E-Tourism .....	64
Tabel 4. 6 Data Kelas E-Toursim Setelah Oversampling SMOTE.....	67
Tabel 4. 7 Original Data Kelas Intelligent Systems.....	69
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Euclidean Distance Kelas Intelligent System.....	71
Tabel 4. 9 Data Kelas Intelligent System Setelah Oversampling SMOTE.....	74
Tabel 4. 10 Original Data Kelas Enterprise System .....	76
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Euclidean Distance Kelas Enterprise System.....	78
Tabel 4. 12 Data Kelas Enterprise System Setelah Oversampling SMOTE.....	86
Tabel 4. 13 Jumlah Dataset Setelah Oversampling SMOTE .....	87
Tabel 4. 14 Confusion Matrix Metode Random Forest dengan SMOTE .....	94
Tabel 4. 15 Confusion matrix Metode Support Vector Machine dengan SMOTE .....	98
Tabel 4. 16 Confusion matrix Metode Decision Tree dengan SMOTE.....	103

Tabel 4. 17 Confusion matrix Metode Ensambel Voting dengan SMOTE .....	108
Tabel 4. 18 Confusion matrix Metode Random Forest.....	113
Tabel 4. 19 Confusion matrix Metode Support Vector Machine.....	117
Tabel 4. 20 Confusion matrix Metode Decision Tree.....	121
Tabel 4. 21 Confusion matrix Metode Ensemble Voting .....	125
Tabel 4. 22 Performa Akurasi .....	129
Tabel 4. 23 Performa Precision.....	130
Tabel 4. 24 Performa Recall.....	130
Tabel 4. 25 Performa F1-Score .....	131



## DAFTAR GAMBAR

(halaman)

Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir Penelitian.....	40
Gambar 3. 1 Gambaran Umum Sistem .....	42
Gambar 3. 2 Jumlah Data Setiap Konsentrasi.....	46
Gambar 3.3 Jumlah Data Seleksi .....	47
Gambar 3.4 Diagram Alur Kerja Algoritma <i>SMOTE</i> .....	50
Gambar 3.5 Alur Kerja <i>Multiclassifier Voting</i> .....	51
Gambar 3.6 Desain Pengujian Sistem.....	53
Gambar 4. 1 Kumpulan Sebaran Data.....	57
Gambar 4. 2 Kumpulan Sebaran Data Setelah <i>Oversampling SMOTE</i> .....	87
Gambar 4. 3 Hasil Akurasi Model .....	131



## DAFTAR LAMPIRAN

(halaman)

Lampiran 1 Perhitungan Euclidean Distance untuk kelas E-Tourism .....	144
Lampiran 2 Perhitungan Teknik SMOTE pada kelas E-Tourism .....	159
Lampiran 3 Perhitungan Euclidean Distance untuk kelas Intellegent Systems ..	255
Lampiran 4 Perhitungan Teknik SMOTE pada kelas Intellegent Systems .....	274
Lampiran 5 Perhitungan Euclidean Dsistance untuk kelas Enterprise Systems...	340
Lampiran 6 Perhitungan Teknik SMOTE pada kelas Enterprise Systems .....	394
Lampiran 7 Surat Ijin Pengajuan Data Penelitian .....	406
Lampiran 8 Surat Balasan Validasi Data Penelitian dari STIKOM Bali .....	407

