



SKRIPSI

KLASIFIKASI KELULUSAN MAHASISWA MENGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS DAN MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR

ADISTY REGINA PRAMNESTI
NPM 21081010246

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST, M.Cs.
Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc.

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



SKRIPSI

**KLASIFIKASI KELULUSAN MAHASISWA
MENGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT
ANALYSIS DAN MODIFIED K-NEAREST
NEIGHBOR**

ADISTY REGINA PRAMNESTI
NPM 21081010246

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST, M.Cs.
Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
KLASIFIKASI KELULUSAN MAHASISWA MENGGUNAKAN PRINCIPAL
COMPONENT ANALYSIS DAN MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR

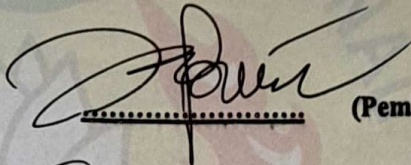
Oleh :
ADISTY REGINA PRAMNESTI
NPM. 21081010246

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 4 Juni 2025.

Menyetujui

Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST, M.Cs.

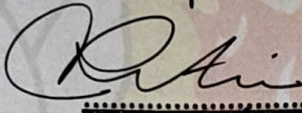
NIP. 19730512 200501 2003



(Pembimbing I)

Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc.

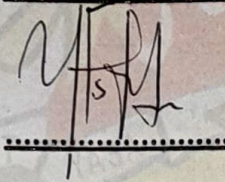
NPT. 172198 70 716054



(Pembimbing II)

Yisti Vita Via, S.ST. M.Kom.

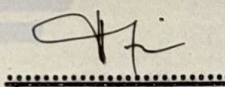
NIP. 19860425 2021212 001



(Ketua Penguji)

Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

NIP. 1993121 3202203 2010



(Anggota Penguji)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.

NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

**KLASIFIKASI KELULUSAN MAHASISWA MENGGUNAKAN
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS DAN MODIFIED K-NEAREST
NEIGHBOR**

Oleh:

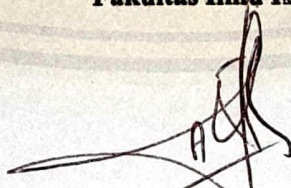
ADISTY REGINA PRAMNESTI

NPM. 21081010246

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Informatika

Fakultas Ilmu Komputer



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 202121 2 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : ADISTY REGINA PRAMNESTI
NPM : 21081010246
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang 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 dikemudian 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, 18 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Adisty Regina Pramnesti
NPM. 21081010246

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Adisty Regina Pramnesti / 21081010246
Judul Skripsi : Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Modified K-Nearest Neighbor (MKNN)
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST , M.Cs.
2. Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc.

ABSTRAK

Tingkat *drop-out* di pendidikan tinggi menjadi masalah kritis akibat pemborosan sumber daya dan hambatan perkembangan individu-masyarakat. Identifikasi dini mahasiswa berisiko diperlukan, tetapi metode seperti K-Nearest Neighbor (KNN) konvensional rentan terhadap *outlier* dan data berdimensi tinggi. Penelitian ini mengusulkan kombinasi Principal Component Analysis (PCA) dan Modified K-Nearest Neighbor (MKNN) untuk meningkatkan akurasi prediksi *drop-out*.

PCA digunakan mereduksi 14 variabel menjadi 2 variabel. MKNN memodifikasi KNN dengan *weight voting* berbasis jarak dan validasi data latih untuk mengurangi sensitivitas *outlier*. Model diimplementasikan dengan pembagian data 60:40 (latih:uji) dan parameter optimal $k=9$.

Hasil menunjukkan PCA+MKNN mencapai akurasi 99,31% (lebih tinggi 0,93% dari KNN standar), mengklasifikasikan 429 dari 432 data uji dengan presisi, recall, dan F1-Score konsisten (99,3%). Integrasi reduksi dimensi dan *weight voting* terbukti meningkatkan kinerja klasifikasi. Model ini berpotensi menjadi alat pencegahan *drop-out* berbasis data di institusi pendidikan.

Kata kunci : MKNN, PCA, Klasifikasi Drop-Out Mahasiswa, Reduksi Dimensi, Prestasi Akademik, *Weight Voting*, Akurasi, Ekstraksi Fitur

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Adisty Regina Pramnesti / 21081010246
Thesis Title : Classification of Student Graduation Using
Principal Component Analysis (PCA) and
Modified K-Nearest Neighbor (MKNN)
Advisor : 1. Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST , M.Cs.
2. Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc.

ABSTRACT

The dropout rate in higher education has become a critical issue due to wasted resources and the hindrance it poses to both individual and societal development. Early identification of students at risk is essential, yet traditional methods such as K-Nearest Neighbor (KNN) are vulnerable to outliers and high-dimensional data. This study proposes a combination of Principal Component Analysis (PCA) and Modified K-Nearest Neighbor (MKNN) to improve dropout prediction accuracy. PCA is employed to reduce 14 variables into 2 principal components, addressing dimensionality issues. MKNN enhances the standard KNN by incorporating distance-based weight voting and training data validation to minimize sensitivity to outliers. The model is implemented using a 60:40 train-test split and an optimal parameter of $k=9$.

Results show that the PCA+MKNN model achieved an accuracy of 99.31%, outperforming standard KNN by 0.93%. It successfully classified 429 out of 432 test samples with consistent precision, recall, and F1-score of 99.3%. The integration of dimensionality reduction and weighted voting proves effective in enhancing classification performance. This model has the potential to serve as a data-driven early warning system to prevent student dropout in educational institutions.

Keywords: MKNN, PCA, Student Dropout Classification, Dimensionality Reduction, Academic Performance, Weight Voting, Accuracy, Feature Extraction.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dan Modified K-Nearest Neighbor (MKNN)”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Rr. Ani Dijah Rahajoe, ST , M.Cs. sebagai dosen pembimbing utama dan Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua 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. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, kekuatan, dan hidayah-Nya hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Orang tua saya yang telah memberikan dukungan secara materi dan non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dari awal hingga akhir dengan baik.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Skripsi Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah membantu proses administrasi skripsi.
6. Ibu Yisti Vita Via, S.ST. M.Kom. dan Ibu Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Penguji Seminar Hasil yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun.
7. Ibu Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc. selaku Dosen Wali yang telah membantu penulis selama masa studi.

8. Seluruh Dosen Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan.
9. Seluruh teman-teman Program Studi Informatika angkatan 21.
10. Adik-adik tercinta, Ika dan Uci, yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan keceriaan selama penulis menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas doa dan kebersamaan yang tak ternilai harganya.
11. Seseorang yang selalu memberikan dukungan, semangat, doa, usaha, dan menemani penulis sepanjang perjuangan dari awal hingga akhir perkuliahan yaitu Yusril Falih Izzaddien.
12. Seluruh pihak yang sudah membantu penulis selama perkuliahan.

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 dalam bidang pendidikan, serta menjadi kontribusi akademis bagi institusi dan masyarakat luas.

Surabaya, 17 Juni 2025

Penulis,

Adisty Regina Pramnesti

NPM. 21081010246

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vii
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Pendahulu	6
2.2. Drop-out pada Perguruan Tinggi.....	11
2.3. Machine Learning	12
2.3.1. Supervised Learning.....	12
2.3.2. Unsupervised Learning	12
2.3.3. Reinforcement Learning	12
2.4. Data Mining.....	13
2.5. Pre-processing Data.....	14
2.6. Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE)	16
2.7. Principal Component Analysis (PCA)	17
2.8. K-Nearest Neighbors (KNN)	18
2.9. Modified KNN (MKNN)	19
2.9.1. Validasi Data Latih.....	19
2.9.2. Weight Voting	20
2.10. Metrik Performa (Evaluasi Kinerja Model dan Sistem API)	20

2.10.1.	Akurasi (<i>Accuracy</i>)	20
2.10.2.	Presisi (<i>Precision</i>)	21
2.10.3.	Recall (Sensitivitas atau <i>True Positive Rate</i>)	21
2.10.4.	F1 Score.....	21
2.11.	Uji Coba Model.....	21
2.12.	K-Fold Cross Validation	22
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		24
3.1.	Metode Penelitian.....	24
3.2.	Studi Literatur	25
3.3.	Pengumpulan Dataset	25
3.4.	Dataset	27
3.5.	Pra-Proses Data	29
3.5.1.	Pengumpulan Data	30
3.5.2.	Pembersihan Data : Penanganan <i>Missing Value</i>	30
3.5.3.	Membagi Data untuk Pelatihan dan Pengujian (<i>Train-Test Split</i>)	30
3.5.4.	Normalisasi Data atau Standarisasi Data Numerik (<i>Scalarization</i>)	30
3.5.5.	Pengkodean Kategorikal	31
3.5.6.	Reduksi Dimensi dengan PCA	32
3.6.	Cleaning Data	32
3.7.	Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE)	34
3.8.	Principal Component Analysis (PCA)	42
3.8.1.	Eigenvectors (Vektor Eigen).....	47
3.8.2.	Eigenvalues (Nilai Eigen)	47
3.9.	Perancangan Model MKNN.....	48
3.10.	Skenario Pengujian.....	56
3.10.1.	Desain Pengujian.....	57
3.10.2.	Perbandingan metode PCA+MKNN dan KNN	58
3.11.	Skenario Pengujian K-Fold Cross Validation	58
3.12.	<i>Application Programming Interface (API)</i> dan <i>Graphical User Interface (GUI)</i>	60

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	66
4.1. Pengolahan Data	66
4.1.1. Pengecekan Data Duplikasi	66
4.1.2. Pengecekan Data <i>Missing Value</i>	67
4.1.3. Perubahan Tipe Data	68
4.1.4. Split dan Visualisasi Data	69
4.2. Implementasi Principal Component Analysis (PCA).....	76
4.3. Implementasi Modified KNN (MKNN).....	80
4.3.1. Perhitungan Validasi	80
4.3.2. Perhitungan Weight Voting.....	83
4.3.3. Perhitungan Confusion Matrix	85
4.4. Skenario Pengujian.....	86
4.4.1. Pengujian Pada Parameter Nilai k dan Split Data	87
4.4.2. Perbandingan Metode MKNN dan KNN	130
4.4.3. Analisa Prediksi Metode MKNN	133
4.4.4. K-Fold Cross-Validation	134
4.5. Implementasi dan Evaluasi : Implementasi Sistem Klasifikasi dengan PCA dan MKNN	138
4.5.1. Implementasi API dengan Flask (app.py)	138
4.5.2. Implementasi GUI dengan Streamlit (“gui.py”)	142
4.5.3. Error Handling.....	145
4.5.4. Kesimpulan Implementasi.....	145
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	147
5.1. Kesimpulan.....	147
5.2. Saran.....	147
DAFTAR PUSTAKA.....	149
DAFTAR LAMPIRAN	152

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Isi dari Dataset	27
Tabel 3. 2 Contoh untuk penghapusan data	33
Tabel 3. 3 Contoh untuk Penghapusan Data	33
Tabel 3. 4 Contoh Data untuk SMOTE.....	38
Tabel 3. 5 Contoh Perhitungan Manual SMOTE.....	39
Tabel 3. 6 Hasil Data Sintetis dari SMOTE	41
Tabel 3. 7 Hasil Data SMOTE dengan Format Asli	41
Tabel 3. 8 Tabel Contoh Hasil Perhitungan PCA	46
Tabel 3. 9 Dataset yang akan dihitung menggunakan MKNN	49
Tabel 3. 10 Data Latih Perhitungan Manual	49
Tabel 3. 11 Data Uji Perhitungan Manual	50
Tabel 3. 12 Hasil Perhitungan Jarak Data Latih Baris Pertama	50
Tabel 3. 13 Hasil Pengurutan Nilai Jarak Data Latih Baris Pertama	51
Tabel 3. 14 Hasil Pencocokan Kelas.....	52
Tabel 3. 15 Hasil Keseluruhan Perhitungan Validitas Data Latih	53
Tabel 3. 16 Hasil Perhitungan Jarak Data Uji Baris Pertama dan Data Latih.....	54
Tabel 3. 17 Hasil Perhitungan Weight Voting Data Uji Baris Pertama.....	55
Tabel 3. 18 Hasil Pengurutan Nilai Weight Voting Data Uji Baris Pertama	55
Tabel 3. 19 Hasil Prediksi Data Uji	56
Tabel 4. 1 Nilai Proporsi Varians dari PC1 dan PC2.....	77
Tabel 4. 2 Total Proporsi Variansi dari PC1 dan PC2	79
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Split Data 60:40	87
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian k=5 dan Split Data 60:40	90
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian k=7 Split dan Data 60:40	92
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian k=9 dengan Split Data 60:40	93
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian k=9 dan Split Data 60:40	95
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian k = 3 dengan Split Data 70:30	97
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian k = 5 dengan Split Data 70:30	100
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian k = 7 dengan Split Data 70:30	102
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian k = 9 dengan Split Data 70:30	104
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian k = 11 dengan Split Data 70:30	106
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Split Data 80:20	107
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian k = 5 dengan Split Data 80:20	110

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian k = 7 dengan Split Data 80:20	112
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian k = 9 dengan Split Data 80:20	114
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian k = 11 dengan Split Data 80:20	116
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Split Data 90:10	117
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian k = 5 dengan Split Data 90:10	120
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian k = 7 dengan Split Data 90:10	122
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian k = 9 dengan Split Data 90:10	124
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian k = 11 dengan Split Data 90:10	126
Tabel 4. 23 Hasil Seluruh Skenario berdasarkan Nilai k dan Rasio Split Data	128
Tabel 4. 24 Rangkuman Akurasi Tertinggi.....	129
Tabel 4. 25 Hasil Perbandingan PCA+MKNN dan KNN.....	130
Tabel 4. 26 Data Kesalahan KNN dengan k=9 dan k=11 dengan Split Data 60:40	132
Tabel 4. 27 Analisa Hasil Prediksi PCA+MKNN.....	133
Tabel 4. 28 Nilai Weight Voting PCA+MKNN	134
Tabel 4. 29 Hasil Evaluasi Tiap Fold dan Rata-Ratanya	137

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses KDD.....	15
Gambar 3. 1 Model Penelitian	24
Gambar 3. 2 Model Pra-Proses Data.....	29
Gambar 3. 3 Model Proses Cleaning Data	32
Gambar 3. 4 Model Principal Component Analysis (PCA).....	45
Gambar 3. 5 Model Modified K-Nearest Neighbor (MKNN)	49
Gambar 3. 6 Skenario Pengujian K-Fold Cross Validation	58
Gambar 4. 1 Hasil Pengecekan Data Duplikasi	67
Gambar 4. 2 Hasil Pengecekan Data Missing Value	68
Gambar 4. 3 Hasil Pengkodean Label "Status".....	69
Gambar 4. 4 Jumlah Dataset Awal.....	70
Gambar 4. 5 Visualisasi Data Test Sebelum Balanced.....	73
Gambar 4. 6 Visualisasi Data Test Sesudah Balanced.....	74
Gambar 4. 7 Visualisasi Data Training Sebelum SMOTE	75
Gambar 4. 8 Visualisasi Data Training Sesudah SMOTE	75
Gambar 4. 9 Scree Plot – Proporsi Varians Tiap Komponen PCA.....	78
Gambar 4. 10 Visualisasi PCA 2 Komponen.....	79
Gambar 4. 11 Hasil Akurasi Pengujian PCA+MKNN k = 3 Split Data 60:40	88
Gambar 4. 12 Confusion Matriks Pengujian k = 3 dan Split Data 60:40	89
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian k=5 dan Split Data 60:40	90
Gambar 4. 14 Confusion Matriks Pengujian Split Data 60:40 dan k=5	91
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian k=7 dan Split Data 60:40	92
Gambar 4. 16 Confusion Matriks Pengujian Split Data 60:40 dan k=7	93
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian k=9 dengan Split Data 60:40	94
Gambar 4. 18 Confusion Matriks Pengujian Split Data 60:40 dan k=9	95
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian k=11 dan Split Data 60:40	96
Gambar 4. 20 Confusion Matriks Pengujian Split Data 60:40 dan k=11	97
Gambar 4. 21 Hasil Pengujian k=3 dengan Split Data 70:30	98
Gambar 4. 22 Confusion Matriks Pengujian k = 3 dengan Split Data 70:30.....	99
Gambar 4. 23 Hasil Pengujian k = 5 dengan Split Data 70:30	100

Gambar 4. 24 Confusion Matriks Pengujian $k = 5$ dengan Split Data 70:30.....	101
Gambar 4. 25 Hasil Pengujian $k = 7$ dengan Split Data 70:30	102
Gambar 4. 26 Confusion Matriks Pengujian $k = 7$ dengan Split Data 70:30.....	103
Gambar 4. 27 Hasil Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 70:30	104
Gambar 4. 28 Confusion Matriks Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 70:30.....	105
Gambar 4. 29 Hasil Pengujian $k = 11$ dengan Split Data 70:30	106
Gambar 4. 30 Confusion Matriks Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 70:30.....	107
Gambar 4. 31 Hasil Pengujian $k = 3$ dengan Split Data 80:20	108
Gambar 4. 32 Confusion Matriks Pengujian $k = 3$ dengan Split Data 80:20.....	109
Gambar 4. 33 Hasil Pengujian $k = 5$ dengan Split Data 80:20	110
Gambar 4. 34 Confusion Matriks Pengujian $k = 5$ dengan Split Data 80:20.....	111
Gambar 4. 35 Hasil Pengujian $k = 7$ dengan Split Data 80:20	112
Gambar 4. 36 Confusion Matriks Pengujian $k = 7$ dengan Split Data 80:20.....	113
Gambar 4. 37 Hasil Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 80:20	114
Gambar 4. 38 Confusion Matriks Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 80:20.....	115
Gambar 4. 39 Hasil Pengujian $k = 11$ dengan Split Data 80:20	116
Gambar 4. 40 Confusion Matriks Pengujian $k = 11$ dengan Split Data 80:20.....	117
Gambar 4. 41 Hasil Hasil Pengujian $k = 3$ dengan Split Data 90:10	118
Gambar 4. 42 Confusion Matriks Pengujian $k = 3$ dengan Split Data 90:10.....	119
Gambar 4. 43 Hasil Hasil Pengujian $k = 5$ dengan Split Data 90:10	120
Gambar 4. 44 Confusion Matriks Pengujian $k = 5$ dengan Split Data 90:10.....	121
Gambar 4. 45 Hasil Hasil Pengujian $k = 7$ dengan Split Data 90:10	122
Gambar 4. 46 Confusion Matriks Pengujian $k = 7$ dengan Split Data 90:10.....	123
Gambar 4. 47 Hasil Hasil Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 90:10	124
Gambar 4. 48 Confusion Matriks Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 90:10.....	125
Gambar 4. 49 Hasil Hasil Pengujian $k = 11$ dengan Split Data 90:10.....	126
Gambar 4. 50 Confusion Matriks Pengujian $k = 9$ dengan Split Data 90:10.....	127
Gambar 4. 51 Elbow Diagram Pengujian Kombinasi Nilai k dan Split Data	129
Gambar 4. 52 Hasil Pengujian KNN 60:40 dan $k=9$ dan $k=11$	130
Gambar 4. 53 Hasil Perbandingan PCA+MKNN dan KNN.....	131
Gambar 4. 54 Data Kesalahan KNN $k=9$ dan $k=11$ dengan Split Data 60:40	132
Gambar 4. 55 Tampilan Homepage API Flask	141

Gambar 4. 56 Contoh Respond Prediksi API	141
Gambar 4. 57 Tampilan Form Input GUI	143
Gambar 4. 58 Tampilan Hasil Prediksi	144

Halaman ini sengaja dikosongkan