

**DETEKSI KETERATURAN KELAS DENGAN
METODE SUPPORT VECTOR MACHINE**

TESIS

Oleh

NI WAYAN EMMY ROSIANA DEWI

NIM 1529101011



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
JULI 2020**

LEMBAR LOGO



**DETEKSI KETERATURAN KELAS DENGAN METODE
SUPPORT VECTOR MACHINE**

TESIS

Diajukan kepada

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



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

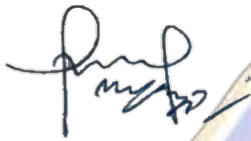
JULI 2020

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tesis oleh Ni Wayan Emmy Rosiana Dewi ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti praujian tesis.

Singaraja, Juni 2020

Pembimbing I



Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom.
NIP. 19770318 200812 1 004

Pembimbing II



Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T.
NIP 19760102 200312 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

Tesis oleh Ni Wayan Emmy Rosiana Dewi ini telah berhasil dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha.

Disetujui pada tanggal: Juni 2020

Oleh
Tim Penguji



Ketua Prodi:

Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T.
NIP. 197601022003121001

Penguji I:

Dr. Dewa Gede Hendra Divayana, S.Kom, M.Kom.
NIP. 198407242015041002

Penguji II:

Prof. Dr. I Made Candiasa, M.I.Kom.
NIP. 196012311986011004

Pembimbing I:

Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom.
NIP. 197703182008121004

Pembimbing II:

Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T.
NIP. 197601022003121001

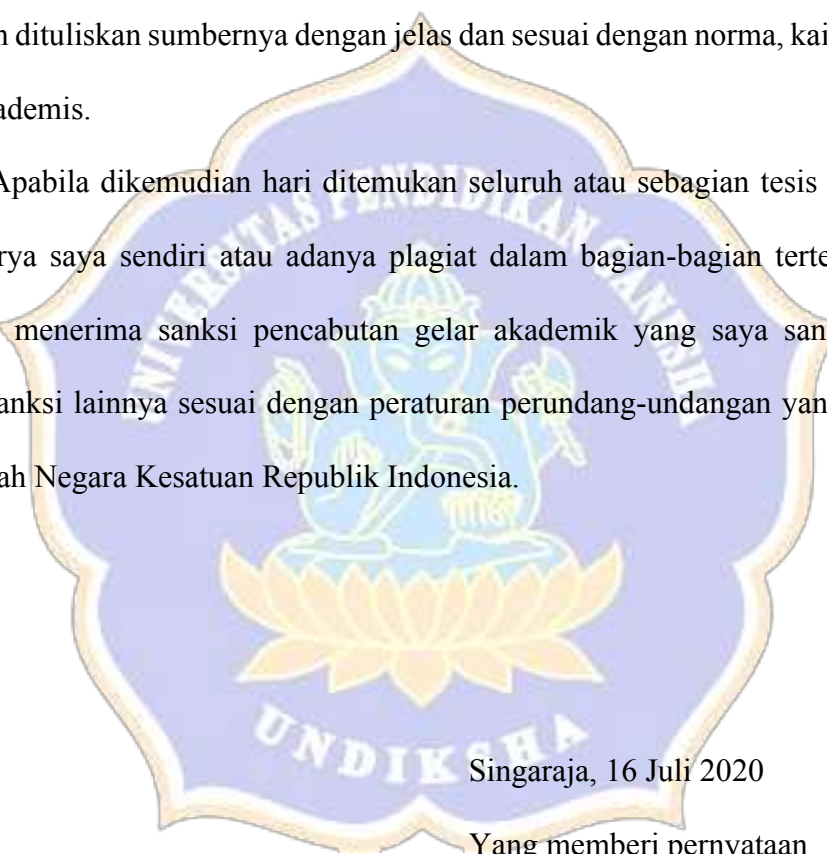
Mengetahui Direktur
Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha

Prof. Dr. I Gusti Putu Suharta, M.Si.
NIP. 19621215 198803 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

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

Apabila dikemudian 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, 16 Juli 2020

Yang memberi pernyataan



Ni Wayan Emmy Rosiana Dewi

KATA PENGANTAR

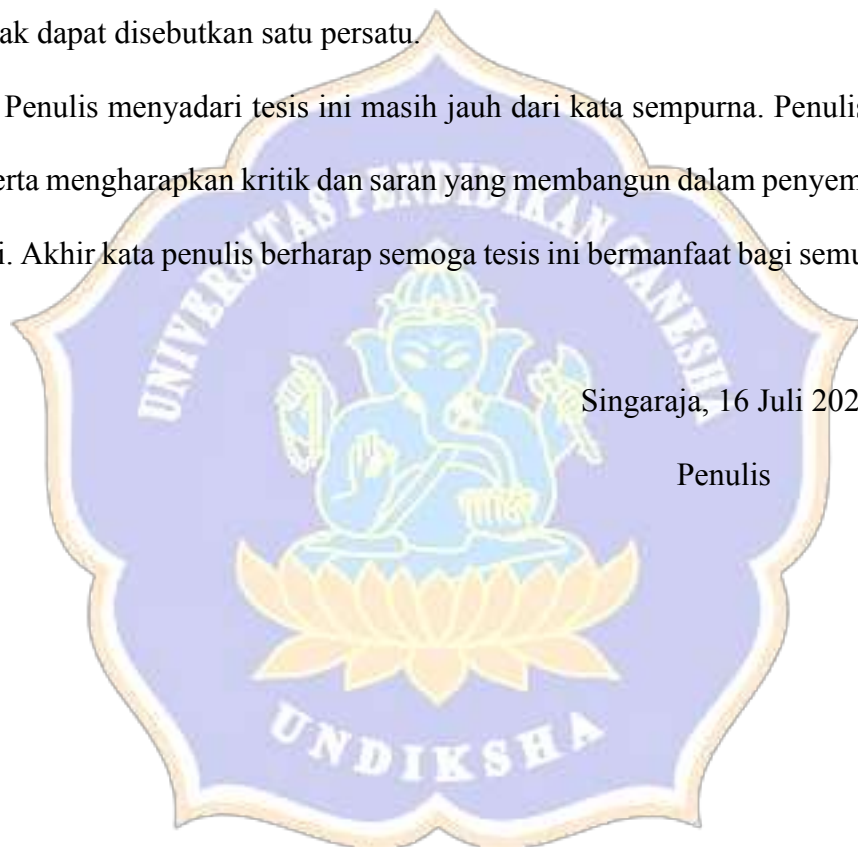
Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, kerana atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Deteksi Keteraturan Kelas dengan Metode *Support Vector Machine*” sebagai salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan pendidikan pascasarjana program studi ilmu komputer, Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam menyelesaikan tesis ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini tidak akan terwujud tanpa adanya motivasi dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan mengarahkan dalam penyusunan tesis ini.

1. Bapak Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu dan pikirannya untuk membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan laporan tesis ini.
2. Bapak Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam menyempurnakan penulisan laporan tesis.
3. Direktur Program Pascasarjana Undiksha dan staf, yang telah memberikan bantuan secara moril dan memfasilitasi berbagai kepentingan studi, selama penulis menempuh perkuliahan di Program Pascasarjana Undiksha.
4. Bapak Dr. Dewa Gede Hendra Divayana, S.Kom, M.Kom. selaku Dosen Penguji I.
5. Bapak Prof. Dr. I Made Candiasa, M.I.Kom. selaku Dosen Penguji II.

6. Suami tercinta, I Made Suwija Putra dan Ananda Made Daniswara Widya Putra serta keluarga yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan tesis ini.
7. Kepala SD Negeri 4 Sibangkaja dan para guru yang telah memberikan izin dan bantuannya kepada penulis untuk melakukan penelitian di sekolah tersebut.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulisan tesis ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mohon maaf serta mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam penyempurnaan tesis ini. Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat bagi semua pihak.



Singaraja, 16 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR LOGO.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.6.1 Manfaat Teoretis.....	6
1.6.2 Manfaat Praktis.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>State of The Art</i>	8
2.2 Data Citra.....	15

2.3	Segmentasi Citra	16
2.4	Data Suara	17
2.4.1	Kebisingan	18
2.4.2	Pemrosesan Sinyal Suara	18
2.5	Pengolahan Citra Digital	21
2.5.1	<i>Preprocessing</i>	21
2.5.2	Segmentasi	22
2.5.3	<i>K-Means</i>	23
2.6	Ekstraksi Ciri <i>Centroid</i>	26
2.7	<i>Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC)</i>	27
2.8	<i>Support Vector Machine (SVM)</i>	31
2.8.1	<i>Support Vector Machine</i> pada <i>Linearly Separable Data</i>	34
2.8.2	<i>Support Vector Machine</i> pada <i>Non-Linearly Separable Data</i>	37
2.8.3	<i>Kernel Support Vector Machine</i>	38
2.9	Evaluasi Kinerja <i>Classifier</i>	39
BAB III METODE PENELITIAN		42
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	42
3.2	Sumber Data	42
3.2.1	Data Primer	43
3.2.2	Data Sekunder	43

3.3	Metode Pengumpulan Data	43
3.3.1	Observasi.....	44
3.3.2	Studi Pustaka.....	44
3.4	Instrumen Perancangan dan Pembuatan Sistem	44
3.4.1	Kebutuhan Perangkat Lunak.....	44
3.4.2	Kebutuhan Perangkat Keras.....	45
3.5	Gambaran Umum Sistem	45
3.5.1	Data Citra	48
3.5.2	Data Audio	63
3.5.3	Klasifikasi dengan <i>Support Vector Machine</i>	66
3.5.4	Proses <i>Training</i>	67
3.5.5	Proses Pengujian.....	68
3.6	Basis Data.....	70
3.7	Evaluasi Sistem	71
3.8	Contoh Perhitungan Kerja <i>SVM</i>	72
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		75
4.1	Antarmuka Sistem	75
4.1.1	4.1.1 Menu <i>Training</i>	75
4.1.2	4.1.3 Menu Evaluasi	91
4.2	Hasil Pengujian Sistem.....	93

4.3	Analisis Hasil Sistem.....	97
1.1.1	Analisis Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> dan <i>F-Measure</i>	97
1.1.2	Analisis <i>False Positive</i> dan <i>False Negative</i>	102
4.4	Implikasi Penelitian	103
1.1.3	Implikasi Teoritis	103
1.1.4	Implikasi Praktis	103
4.5	Kelebihan dan Kekurangan Sistem	104
4.5.1	Kelebihan Sistem	104
4.5.2	Kekurangan Sistem	104
2	BAB V PENUTUP	105
5.1	Rangkuman.....	105
5.2	Simpulan.....	111
5.3	Saran.....	112
	DAFTAR PUSTAKA	114
	Lampiran I.....	119
	Lampiran II	121
	Lampiran III	123
	Lampiran IV.....	124
	Lampiran V	125
	RIWAYAT HIDUP	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Koordinat Citra Digital.....	15
Gambar 2.2 Sinyal Analog.....	19
Gambar 2.3 Sinyal Diskrit	20
Gambar 2.4 Konversi Sinyal Suara Menjadi Sinyal Digital	20
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>Image Clustering</i>	23
Gambar 2.6 <i>Flowchart K-Means Clustering</i>	25
Gambar 2.7 Visualisasi <i>Support Vector Machine</i>	32
Gambar 2.8 Margin <i>Hyperplane</i>	33
Gambar 2.9 a) Alternatif Bidang Pemisah dan (b) Bidang Pemisah Terbaik dengan Margin Terbesar.....	35
Gambar 2.10 Diagram Plot Data Linear	35
Gambar 2.11 Dimensi Data Non-Linear (a) Data dengan Fitur Dimensi Rendah, (b) Data dengan Fitur Dimensi Tinggi	38
Gambar 3.1 Pendekatan Metode untuk Deteksi Keteraturan Kelas.....	46
Gambar 3.2 Diagram Proses Pengolahan Data Citra	49
Gambar 3.3 Citra Asli.....	50
Gambar 3.4 Citra yang Sudah Mengalami Proses <i>HSV</i>	50
Gambar 3.5 Alur Proses Tahap <i>Preprocessing</i> Citra.....	53
Gambar 3.6 Citra yang Telah Mendapat Filter <i>Gaussian Blur</i>	54
Gambar 3.7 Alur Proses Tahap Segmentasi Citra	56
Gambar 3.8 Citra yang Sudah Tersegmentasi.....	57

Gambar 3.9 Citra Hasil Pemilahan <i>Channel V</i>	57
Gambar 3.10 Hasil Proses Binerisasi	58
Gambar 3.11 Alur Proses Tahap <i>Post-processing</i> Citra	60
Gambar 3.12 Proses <i>Closing</i> , Erosi dan <i>Opening</i>	61
Gambar 3.13 Alur Proses Ekstraksi Ciri <i>Centroid</i> Segmentasi Citra	62
Gambar 3.14 Hasil Proses Ekstraksi Ciri dengan Koordinat <i>Centroid</i>	63
Gambar 3.15 Alur Proses <i>Sound Processing</i>	65
Gambar 3.16 Data Ekstraksi Ciri Salah Satu Citra	67
Gambar 3.17 Alur Proses <i>Training</i> Data dengan Pemodelan Menggunakan Kernel Linear	68
Gambar 3.18 Alur Proses <i>Testing</i> Data dengan Mencocokkan Pemodelan Hasil <i>Training</i>	69
Gambar 4.1 Tampilan Menu <i>Training</i> pada Sistem	76
Gambar 4.2 <i>Interface</i> Input Citra <i>Training</i>	77
Gambar 4.3 <i>Interface</i> Citra Hasil <i>Preprocessing</i> Citra	77
Gambar 4.4 <i>Interface</i> Citra Hasil Segmentasi dengan <i>K-Means</i>	78
Gambar 4.5 Contoh citra hasil pemilihan <i>channel V</i>	79
Gambar 4.6 Contoh Citra Hasil <i>Otsu Thresholding</i>	80
Gambar 4.7 Contoh Citra Hasil <i>Closing</i>	81
Gambar 4.8 Contoh Citra Hasil Erosi	81
Gambar 4.9 Contoh Citra Hasil <i>Opening</i>	82
Gambar 4.10 Contoh Citra Hasil Ekstraksi Fitur <i>Centroid</i>	83
Gambar 4.11 Contoh Data Nilai Hasil Ekstraksi Ciri <i>Centroid</i> Citra	83

Gambar 4.12 Contoh Ekstraksi Ciri Data Suara.....	84
Gambar 4.13 Contoh Pemberian Label pada Tahap Akhir <i>Training</i>	85
Gambar 4.14 Tampilan Menu Testing	86
Gambar 4.15 Hasil <i>Testing</i> Data Uji.....	87
Gambar 4.16 Hasil Ekstraksi Ciri <i>Centroid</i> pada Citra Uji	88
Gambar 4.17 Hasil Data Ekstraksi Ciri <i>Centroid</i> pada Citra Uji.....	88
Gambar 4.18 Hasil Data Ekstraksi Ciri Audio dengan Menggunakan <i>MFCC</i>	89
Gambar 4.19 Hasil Klasifikasi dengan Menggunakan Metode <i>SVM</i>	90
Gambar 4.20 Tampilan Halaman Evaluasi	91
Gambar 4.21 Tampilan Menu Perhitungan Evaluasi Sistem	93
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Tingkat Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> dan <i>F-measure</i> Kernel <i>Linear</i> dan <i>Polynomial</i>	100



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kernel <i>Support Vector Machine</i>	39
Tabel 2.2 <i>Confusion Matrix</i>	40
Tabel 3.1 <i>Physical Model</i> tb_ciri	71
Tabel 3.2 <i>Physical Model</i> tb_evaluasi	71
Tabel 3.3 Contoh Nilai Ciri <i>Centroid Citra</i>	72
Tabel 3.4 Visualisasi Data Ciri	74
Tabel 3.5 Data Hasil Testing Klasifikasi	74
Tabel 4.1 Tabel Formula Evaluasi Sistem	92
Tabel 4.2 <i>Confusion Matrix</i> dengan Dua Kelas	95
Tabel 4.3 Tabel <i>Confusion Matrix</i> pada Kernel Linear dengan 50 Data Uji	96
Tabel 4.4 Tabel <i>Confusion Matrix</i> dengan Kernel <i>Polynomial</i>	96
Tabel 4.5 Tabel Interval Kategori Akurasi Sistem	101

