

**IDENTIFIKASI JENIS KAYU BERDASARKAN FITUR
TEKSTUR *LOCAL BINARY PATTERN* MENGGUNAKAN
METODE *LEARNING VECTOR QUANTIZATION***

TESIS

Oleh

NI MADE YENI DWI RAHAYU

NIM 1729101080



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
DESEMBER 2021**



**IDENTIFIKASI JENIS KAYU BERDASARKAN FITUR
TEKSTUR *LOCAL BINARY PATTERN* MENGGUNAKAN
METODE *LEARNING VECTOR QUANTIZATION***

TESIS

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

Oleh

**NI MADE YENI DWI RAHAYU
NIM 1729101080**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
DESEMBER 2021**

Tesis oleh Ni Made Yeni Dwi Rahayu ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tesis.

Singaraja, 21 Desember 2021

Pembimbing I

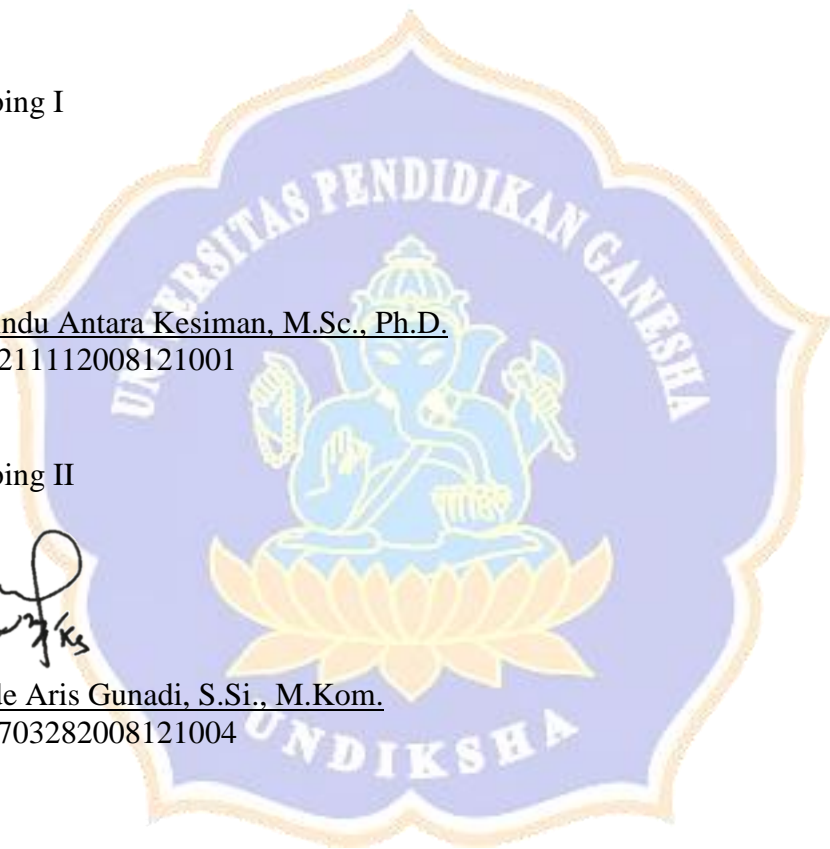


Made Windu Antara Kesiman, M.Sc., Ph.D.
NIP. 198211112008121001

Pembimbing II







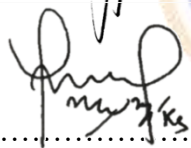
Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si., M.Kom.
NIP. 197703282008121004



Tesis oleh Ni Made Yeni Dwi Rahayu ini telah berhasil dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Ilmu Komputer, Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha.

Disetujui pada tanggal : 28 Desember 2021

Oleh
Tim Penguji

,	Dr. Gede Indrawan, ST., M.T. NIP 197601022003121001
,	Dr. Drs. I Nyoman Sukajaya, M.T. NIP 196711151993031001
,	Kadek Yota Ernanda, S.Kom., M.T., Ph.D. NIP 197803242005011001
,	Made Windu Antara Kesiman, M.Sc., Ph.D. NIP. 19821111 200812 1 001
,	Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si.,M.Kom. NIP 197703182008121004

Mengetahui Direktur
Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha



Prof. Dr. IGusti Putu Suharta, M.Si.
NIP. 196212151988031002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer dari Program 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 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, 21 Desember 2021

Yang memberi pernyataan,



Ni Made Yeni Dwi Rahayu

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *Identifikasi Jenis Kayu Berdasarkan Fitur Tekstur Local Binary Pattern Menggunakan Metode Learning Vector Quantization* dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam merampungkan studi pada Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, Program Studi Ilmu Komputer. Dalam kesempatan ini, penulis memberikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini baik berupa bantuan secara material, bimbingan, dukungan dan semangat, kepada:

- 1) Made Windu Antara Kesiman, M.Sc., Ph.D., sebagai dosen pembimbing I yang sangat sabar memberikan bimbingan, arahan dan motivasi, sehingga penulis dapat melewati segala hambatan dalam penyelesaian tesis ini;
- 2) Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si., M.Kom., sebagai dosen pembimbing II yang telah sabar memberikan solusi, bimbingan, motivasi dan semangat selama penyusunan tesis.
- 3) Dr. Drs. I Nyoman Sukajaya, M.T. dan Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D., sebagai dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran yang sangat bermanfaat untuk penyempurnaan tesis ini.

- 4) Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memfasilitasi berbagai kepentingan penulis selama menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha.
- 5) Bapak Direktur Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
- 6) Bapak Ketua Program Studi Ilmu Komputer, yang telah memberikan motivasi dan bimbingan untuk menyelesaikan tesis ini.
- 7) Seluruh dosen pengajar Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama menempuh studi.
- 8) Bapak, ibu dan keluarga tercinta, yang telah memberikan penulis bantuan secara moral, material, doa dan semangat, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
- 9) Teman-teman angkatan 20172 di Program Studi Ilmu Komputer.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih belum dapat dikatakan sempurna. Tetapi penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi secara akademis kepada dunia pendidikan dan masyarakat.

Singaraja, 21 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	vi
ABSTRAK	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Kayu	7
2.1.1 Sifat Umum Kayu	7
2.2.1 Struktur dan Anatomi Kayu	7
2.3.1 Kayu Bangkirai	10
2.4.1 Kayu Jati	11
2.5.1 Kayu Mahoni	12
2.2 Pengenalan Pola Pada Citra	12

2.2.1	Definisi Pengenalan Pola	12
2.2.2	Struktur Sistem Pengenalan Pola	13
2.2.3	Fitur, Vektor Fitur dan Ruang Fitur	14
2.3	Ekstraksi Fitur (<i>Feature Extraction</i>)	14
2.4	<i>Local Binary Pattern</i> (LBP)	15
2.5	Normalisasi	19
2.6	<i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ)	19
2.7	Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	34
2.8	Kerangka Berpikir	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Rancangan Penelitian	39
3.1.1	Proses Pembentukan Data Citra Kayu	40
3.1.2	<i>Ground Truth</i>	43
3.1.3	Tahap <i>Preprocessing</i>	44
3.1.4	Tahap Ekstraksi Fitur	44
3.1.5	Tahap Klasifikasi	45
3.1.6	Tahap Pelatihan	46
3.1.7	Tahap Pengujian	46
3.2	Implementasi	47
3.3	Metode Pengujian	47
BAB IV HASIL PENELITIAN		50
4.1	Pembentukan Data Set	50
4.2	Tahap <i>Preprocessing</i>	50
4.3	Tahap Ekstraksi Fitur	51
4.4	Tahap Pelatihan dan Pengujian	53

BAB V PENUTUP.....	64
5.1 Rangkuman.....	64
5.2 Simpulan.....	67
5.3 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	72
RIWAYAT HIDUP.....	91



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penentuan Nilai Pusat Piksel.....	17
Tabel 2. 2 Hasil Perhitungan <i>Threshold</i>	17
Tabel 2. 3 Hasil Konversi Biner ke Desimal	18
Tabel 2. 4 Hasil Perhitungan LBP Fitur.....	18
Tabel 2. 5 Contoh Hasil LBP Fitur	25
Tabel 2. 6 Data Latih Citra Kayu Jati dan Bangkirai.....	25
Tabel 2. 7 Hasil Normalisasi Data Latih.....	25
Tabel 2. 8 Inisialisasi <i>Codebook</i> (Bobot Vektor) 1.....	26
Tabel 2. 9 Nilai Jarak antara Data Latih Jati1 (<i>row1</i>) dengan Bobot Vektor (<i>Codebook</i>) 1.....	27
Tabel 2. 10 Nilai <i>Codebook2</i> yang Baru.....	27
Tabel 2. 11 <i>Codebook</i> (Bobot Vektor) 2.....	28
Tabel 2. 12 Nilai Jarak antara Data Latih Jati2 (<i>row2</i>) dengan Bobot Vektor (<i>Codebook</i>) 2.....	28
Tabel 2. 13 Nilai <i>Codebook3</i> yang Baru.....	28
Tabel 2. 14 <i>Codebook</i> (Bobot Vektor) 3.....	28
Tabel 2. 15 Nilai Jarak antara Data Latih Bangkirai 1 (<i>row3</i>) dengan Bobot Vektor (<i>Codebook</i>) 3.....	29
Tabel 2. 16 Nilai <i>Codebook2</i> yang Baru.....	29
Tabel 2. 17 <i>Codebook</i> (Bobot Vektor) 4.....	29

Tabel 2. 18 Nilai Jarak antara Data Latih Bangkirai 2 (<i>row4</i>) dengan Bobot Vektor (<i>Codebook</i>) 4.....	29
Tabel 2. 19 Nilai <i>Codebook1</i> yang Baru.....	30
Tabel 2. 20 <i>Final Codebook Epoch 1</i>	30
Tabel 2. 21 Hasil <i>Codebook Epoch 5</i>	30
Tabel 2. 22 Matrik Citra Asli	31
Tabel 2. 23 Inisialisasi Kelas Kayu.....	31
Tabel 2. 24 Menentukan Nilai Pusat Piksel	31
Tabel 2. 25 Perhitungan <i>Threshold Binary</i>	32
Tabel 2. 26 Konversi Biner ke Desimal.....	32
Tabel 2. 27 Hasil Ekstraksi Fitur Citra Uji	32
Tabel 2. 28 Fitur Citra Uji Hasil Ekstraksi dengan LBP.....	33
Tabel 2. 29 Normalisasi Citra Uji Hasil Ekstraksi.....	33
Tabel 2. 30 Bobot Vektor (<i>Codebook</i>).....	33
Tabel 2. 31 Nilai Jarak antara Data Uji dengan Bobot Vektor (<i>Codebook</i>)	33
Tabel 3. 1 Ciri Fisik Kayu Bangkirai, Jati dan Mahoni Menurut Tukang Kayu... 43	
Tabel 3. 2 Hasil Klasifikasi Citra Kayu	43
Tabel 3. 3 Tabel Confusion Matrix	48
Tabel 4. 1 Matrik Hasil Ekstraksi Fitur.....	53
Tabel 4. 2 Nilai Bobot Hasil Latih	55
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Metode LBP dan LVQ.....	58
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Metode LBP Normalisasi LVQ	60
Tabel 4. 5 Hasil Klasifikasi Citra Kayu Metode LBP LVQ	63

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Metode LBP LVQ dengan Confusion Matrix 64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bidang Tiga Dimensi Permukaan Kayu (Bond, 2002)	10
Gambar 2. 2 Tampilan Fisik/Makroskopis Kayu Bangkirai	11
Gambar 2. 3 Tampilan Fisik/Makroskopis Kayu Jati	11
Gambar 2. 4 Tampilan Fisik/Makroskopis Kayu Mahoni	12
Gambar 2. 5 Struktur Sistem Pengenalan Pola (D. Putra, 2010)	13
Gambar 2. 6 Contoh Perhitungan Menentukan <i>Nilai Threshold</i> dan Bobot LBP. 16	
Gambar 2. 7 Arsitektur Jaringan <i>Learning Vector Quantization</i> (D. Putra, 2010)20	
Gambar 2. 8 Roadmap Penelitian dengan Diagram <i>Fishbone</i>	34
Gambar 2. 9 Kerangka Berpikir	38
Gambar 3. 1 Perancangan Penelitian	39
Gambar 3. 2 Bagian Melintang Kayu Jati, Bangkirai dan Mahoni (Sebelum Dipotong Bagian Penampang)	41
Gambar 3. 3 Proses Pemotongan Daerah Penampang Kayu.....	41
Gambar 3. 4 Penampakan (a) Kayu Jati, (b) Kayu Bangkirai, (c) Kayu Mahoni Setelah Dipotong Penampangnya	41
Gambar 3. 5 Proses Pemindaian Citra Kayu	42
Gambar 3. 6 Citra Hasil Pemindaian Kayu dengan Mikroskop Digital.....	42
Gambar 4. 1 Hasil Tahapan <i>Preprocessing</i>	51
Gambar 4. 2 Hasil Tahap Ekstraksi Fitur	51
Gambar 4. 3 Contoh Hasil Ekstraksi Citra Kayu Bangkirai	53

Gambar 4. 4 Contoh Hasil Ekstraksi Citra Kayu Jati.....	53
Gambar 4. 5 Contoh Hasil Ekstraksi Citra Kayu Mahoni.....	53
Gambar 4. 6 Perbandingan Akurasi Sampel Kayu.....	60
Gambar 4. 7 <i>Confusion Matrix</i> Metode LBP LVQ.....	60
Gambar 4. 8 Contoh Citra Kayu (a) Bangkirai (b) Mahoni Tidak Dikenali	62
Gambar 4. 9 Contoh Citra Kayu (a) Bangkirai (b) Mahoni (c) Jati dengan Kemiripan Susunan Pori	62
Gambar 4. 10 Hasil Ekstraksi Citra Kayu a) Bangkirai (b) Mahoni (c) Jati dengan LBP	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i> Metode LBP dan LVQ dan LBP dengan LVQ yang dinormalisasi (<i>numpoint</i> 1-10 dan <i>radius</i> 1-10) dengan <i>Learning Rate</i> 0,1 dan <i>Epoch</i> 100.....	74
Lampiran 2 Perbandingan Akurasi Sampel Kayu (%).....	85
Lampiran 3 Nilai Bobot Hasil Latih.....	86

