

**PENGENALAN CITRA UKIRAN ORNAMEN TRADISIONAL
BALI DENGAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DAN
*DISCRETE WAVELET TRANSFORM***

TESIS

oleh

NI LUH PUTU KURNIAWATI

NIM 1929101041



**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
PASCASARJANA
PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JULI 2022**



**Pengenalan Citra Ukiran Ornamen Tradisional
Bali dengan *Convolutional Neural Network* dan
*Discrete Wavelet Transform***

TESIS

Diajukan kepada

Universitas Pendidikan Ganesha

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Memperoleh Gelar Magister Ilmu Komputer

Program Studi Ilmu Komputer

oleh

NI LUH PUTU KURNIAWATI

NIM 1929101041



**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
PASCASARJANA
PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JULI 2022**

Tesis oleh Ni Luh Putu Kurniawati ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tesis.

Singaraja, Juli 2022

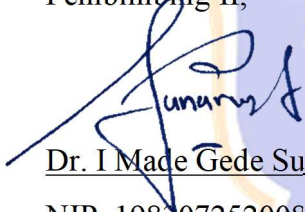
Pembimbing I,



Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.

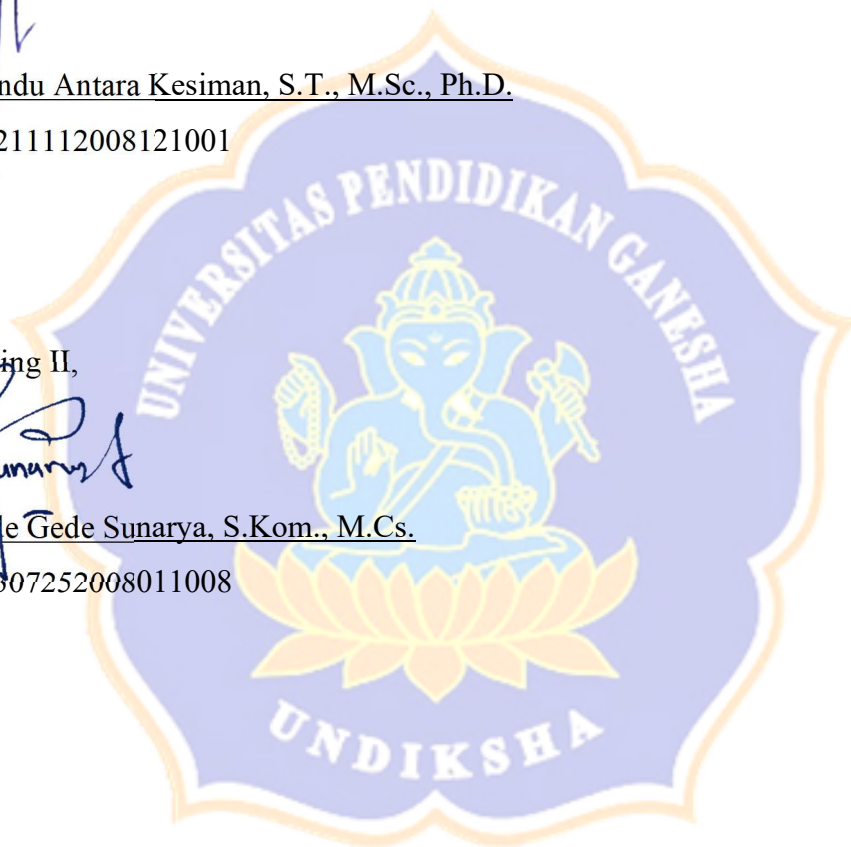
NIP. 198211112008121001

Pembimbing II,



Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.


NIP. 198307252008011008



Tesis oleh Ni Luh Putu Kurniawati 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 : Juli 2022

Oleh
Tim Penguji


.....

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


.....


Dr. Drs. I Nyoman Sukajaya, M.T..
NIP. 19671115 199303 1 001


.....

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


.....

Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19830725 200801 1 008


.....

Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19821111 200812 1 001



Mengetahui Direktur
Pascasarjana UNDIKSHA,

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 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 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, Juli 2022

Yang memberi pernyataan



Ni Luh Putu Kurniawati



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugrah-Nya, sehingga tesis yang berjudul “ Pengenalan Citra Ukiran Ornamen Tradisional Bali Dengan *Convolutional Neural Network* Dan *Discrete Wavelet Transform*” dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan. Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan studi di Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha,. Pada lembar prakata tesis ini, ijin penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D., 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. Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., 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 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 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. Bapak I Nyoman Karta dan Ibu I Dewa Ayu Rai Sudiasni selaku orang tua penulis, serta suami dan keluarga yang telah banyak membantu secara material dan moral selama perjalanan studi yang penulis lakoni di Program Studi Ilmu Komputer.

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 tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca.

Singaraja, Juli 2022

Penulis

Ni Luh Putu Kurniawati



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Teori	6
2.1.1 Ornamen Tradisional Bali.....	6
2.1.2 Discrete Wavelet Transform.....	14
2.1.3 Convolutional Neural Network.....	15
2.2 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan.....	25
BAB III	28
METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Pengumpulan Data	28
3.2 Tahap Pelatihan.....	36
3.3 Tahap Pengenalan	37

3.4 Simulasi Perhitungan	38
3.5 Analisis Hasil	41
BAB IV	42
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil Pengujian CNN + DWT.....	42
4.1.1 Hasil Pengambilan Data.....	42
4.1.2 Pra Pengolahan Citra.....	45
4.1.3 Pelatihan.....	45
4.1.4 Pengujian.....	48
4.2 Hasil Pengujian CNN	55
4.3 Interpretasi Hasil.....	56
BAB V	61
PENUTUP.....	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62



DAFTAR TABEL

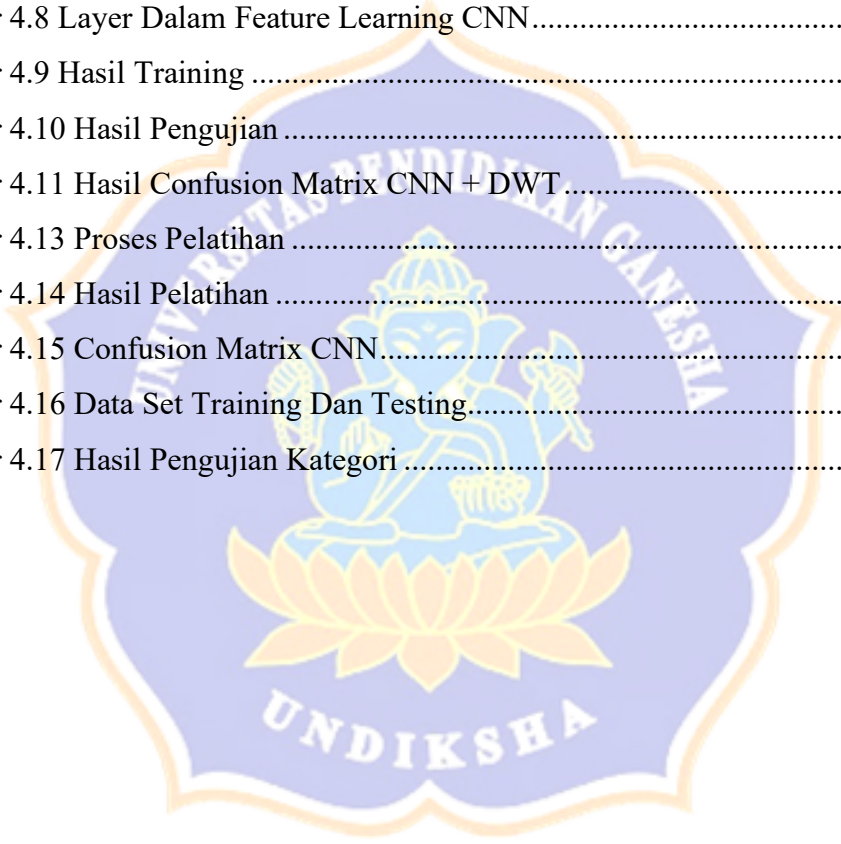
Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan.....	25
Tabel 3.1 Rancangan Data Penelitian	30
Tabel 3.2 Jumlah Data Ukiran Bali Penelitian Putra (2019).....	35
Tabel 3.3 (Aproximate) Channel 1	39
Tabel 3.4 Nilai Bobot.....	40
Tabel 3.5 Hasil Chanel Proses Convulasi.....	41
Tabel 4.1 Jumlah Sampel Citra.....	42
Tabel 4.2 Rekap Proses Tahap Confusion Matrix	50
Tabel 4.3 Contoh Analisis Hasil Testing	53
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Terhadap Data Set Ornamen Tradisional Ukiran Bali	56
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kategori Ukiran.....	57
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Eksperimen Tambahan.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Ornamen Flora – Keketusan.....	6
Gambar 2.2 Contoh Ornamen Flora – Kekarangan	7
Gambar 2.3 Contoh Ornamen Flora – Patra Wangga	7
Gambar 2.4 Contoh Ornamen Flora – Patra Sari	8
Gambar 2.5 Contoh Ornamen Flora – Patra Bun-bunan.....	8
Gambar 2.6 Contoh Ornamen Flora – Patra Pidpid.....	8
Gambar 2.7 Contoh Ornamen Flora – Patra Punggel	9
Gambar 2.8 Contoh Ornamen Flora – Patra Samblung	9
Gambar 2.9 Contoh Ornamen Flora – Patra Batun Timun	9
Gambar 2.10 Contoh Ornamen Flora – Patra Sultur.....	9
Gambar 2.11 Contoh Ornamen Fauna – Patra Naga.....	10
Gambar 2.12 Contoh Ornamen Fauna – Patra Garuda	10
Gambar 2.13 Contoh Ornamen Fauna – Patra Singa	11
Gambar 2.14 Contoh Ornamen Fauna – Patra Kera	11
Gambar 2.15 Contoh Ornamen Fauna – Karang Boma.....	12
Gambar 2.16 Contoh Ornamen Fauna – Karang sae	12
Gambar 2.17 Contoh Ornamen Fauna – Karang Asti/Gajah.....	12
Gambar 2.18 Contoh Ornamen Fauna – Karang Goak.....	13
Gambar 2.19 Contoh Ornamen Fauna – Karang Tapel	13
Gambar 2.20 Contoh Ornamen Fauna – Karang Bentulu.....	14
Gambar 2.21 Tahap transformasi pada wavelet 2D.....	15
Gambar 2.22 Hasil transformasi	15
Gambar 2.23 Arsitektur MLP Sederhana.....	16
Gambar 2.24 Proses Konvolusi pada CNN.....	16
Gambar 3.1 Gambaran Umum.....	28
Gambar 3.2 Kategori Ukiran Bali	29
Gambar 3.3 Tahap Pelatihan.....	36
Gambar 3.4 Tahap Pengenalan	37
Gambar 3.5 Simulasi Perhitungan DWT	38

Gambar 3.6 Proses Perhitungan Convulasi.....	40
Gambar 4.1 Tampilan Jumlah Data Sampel Pada Sistem.....	44
Gambar 4.2 Tampilan Sampel Gambar Dari Masing-Masing Kelas.....	44
Gambar 4.3 Gambar Proses Pelatihan.....	45
Gambar 4.4 Hasil Pelatihan	45
Gambar 4.5 Source Code Menampilkan DWT 4 Channel	46
Gambar 4.6 Hasil Penampilan Proses Training Dan Testing DWT	47
Gambar 4.7 Inisialisasi Parameter dan State CNN	47
Gambar 4.8 Layer Dalam Feature Learning CNN.....	48
Gambar 4.9 Hasil Training	48
Gambar 4.10 Hasil Pengujian	49
Gambar 4.11 Hasil Confusion Matrix CNN + DWT.....	50
Gambar 4.13 Proses Pelatihan	55
Gambar 4.14 Hasil Pelatihan	55
Gambar 4.15 Confusion Matrix CNN.....	56
Gambar 4.16 Data Set Training Dan Testing.....	57
Gambar 4.17 Hasil Pengujian Kategori	59



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Pengumpulan Data	65
Lampiran 2. Praktisi.....	66
Lampiran 3. Hasil Validasi Kategori Ukiran Bali.....	67
Lampiran 4. Dokumentasi Validasi dan Pemberian Label Data.....	69
Lampiran 5. Source Code Implementasi Pengenalan Citra Ukiran	71

