

**MESIN PENERJEMAH HASIL TRANSLITERASI  
LONTAR BALI DALAM BAHASA KAWI KE DALAM  
BAHASA INDONESIA DENGAN *DEEP LEARNING***

TESIS



oleh  
I GEDE BINTANG ARYA BUDAYA  
NIM 2029101004

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

**MESIN PENERJEMAH HASIL TRANSLITERASI  
LONTAR BALI DALAM BAHASA KAWI KE DALAM  
BAHASA INDONESIA DENGAN *DEEP LEARNING***

TESIS

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

oleh

I GEDE BINTANG ARYA BUDAYA

NIM 2029101004



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

## Lembar Persetujuan Pembimbing

Tesis oleh I Gede Bintang Arya Budaya ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tesis.

Singaraja, 08 Februari 2022

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



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

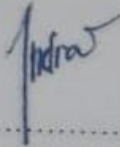
NIP 198307252008011008

## Lembar Persetujuan Tim Penguji

Tesis oleh I Gede Bintang Arya Budaya ini telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister di Program Studi Ilmu Komputer, Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha.

Disetujui pada tanggal: 15 Februari 2022

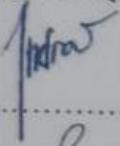
Oleh  
Tim Penguji



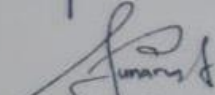
Ketua (Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T.)  
NIP 197601022003121001



Anggota (Dr. Gede Rasben Dantes, S.T, M.T.I.)  
NIP 197502212003121001



Anggota (Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T.)  
NIP 197601022003121001



Anggota (Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.)  
NIP 198307252008011008



Anggota (Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.)  
NIP 198211112008121001

Mengetahui Direktur  
Pascasarjana Undiksha,



Prof. Dr. I Gusti Putu Suharta, M.Si.  
NIP 196212151988031002

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister 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 di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Singaraja, 15 Februari 2022

Yang Memberi Pernyataan



I Gede Bintang Arya Budaya



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas asung waranugraha-Nya, tesis yang berjudul “*Mesin Penerjemah Hasil Transliterasi Lontar Bali Dalam Bahasa Kawi Ke Dalam Bahasa Indonesia Dengan Deep Learning*” 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, ijinakan penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Made Windu Antara Kesiman, S.T., MSc.,Phd. 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 peyusunan tesis, sehingga tesis ini dapat terwujud dengan baik sesuai harapan.
3. Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan bantuan secara moril dan memfasilitasi berbagai kepentingan studi, selama penulis menempuh perkuliahan di Program Pascasarjana Undiksha.
4. Bapak Direktur Program Pascasarjana Undiksha dan staf, yang telah banyak membantu selama penulis mengikuti dan menyelesaikan penulisan tesis ini.
5. Koordinator Program Studi Ilmu Komputer Dr. Gede Indrawan, S.T.,M.T. 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. I Made Merta dan Ni Luh Padmini selaku orang tua penulis, serta saudara-saudara dan keluarga yang telah banyak membantu secara material dan moral selama perjalanan studi yang penulis lakoni di Program Studi Ilmu Komputer.

8. Ni Putu Yayuk Puspita Yanti, SE., selaku teman terdekat penulis senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.

Semoga semua bantuan yang telah mereka taburkan dalam perjalanan studi penulis, terhargaikan 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.



Singaraja, 15 Februari 2021

Penulis

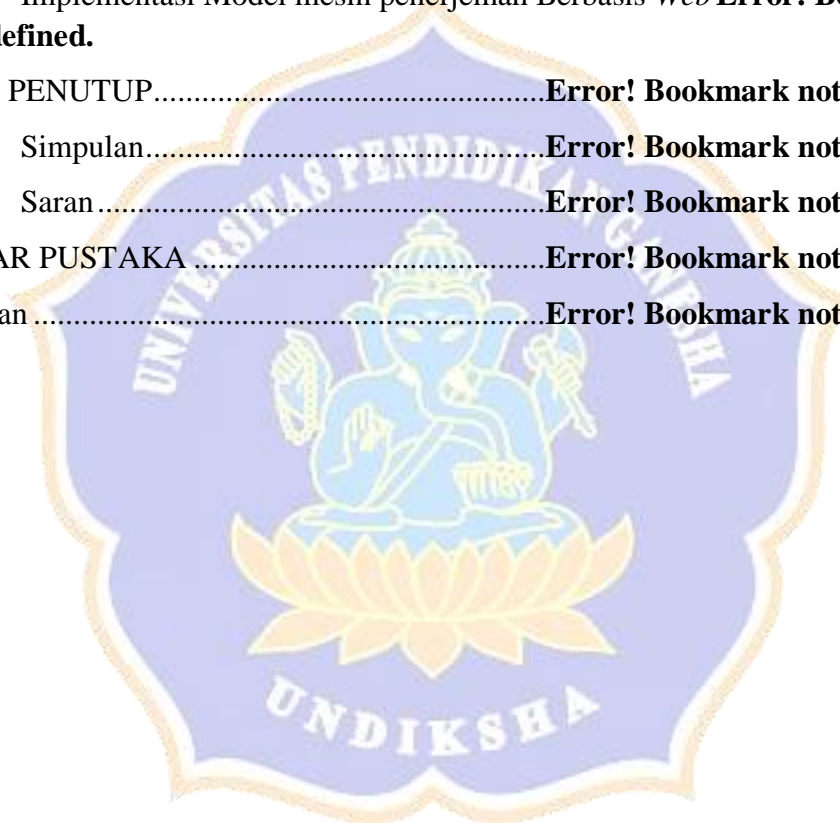
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
Lembar Persetujuan Pembimbing .....	iii
Lembar Persetujuan Tim Penguji.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
PRAKATA .....	vi
ABSTRAK .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR GAMBAR .....	12
DAFTAR RUMUS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Identifikasi Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Pembatasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Tujuan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Kajian Teori.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Lontar bali .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Transliterasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3 Machine learning.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4 Model mesin penerjemah deep learning .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.5 Mekanisme Attention.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.6 Bilingual evaluation understudy (BLEU) Scores.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.7 Word2Vec .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Penelitian Relevan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



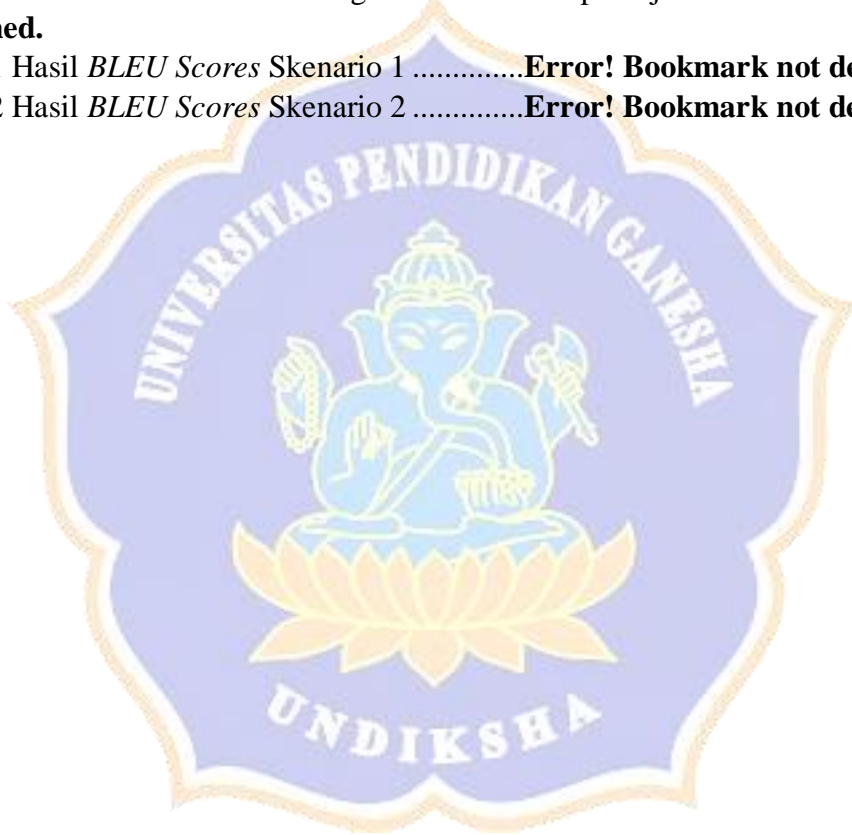
2.3	Kerangka Berpikir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Sumber Korpus paralel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Pembuatan <i>Raw</i> Dataset .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Pra-Proses Dataset .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Pemodel mesin penerjemahan Mesin Penerjemah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	<i>Training</i> Model mesin penerjemah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	<i>Testing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.1	Nilai loss function model mesin penerjemah.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.2	Nilai akurasi model mesin penerjemah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.3	BLEU Scores.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Analisa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8	Implementasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV HASIL PENELITIAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	<i>Ground Truth</i> Dataset.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
i.	Ground truth dataset .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ii.	Import Dataset .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Pra-Proses Dataset .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Penambahan spasi pada punctuation	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Case folding dan cleaning .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3	Menghilangkan space kosong berlebih .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4	Memisahkan kalimat menjadi kata Dataset....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5	Membuat kamus kata Tokenization	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6	Membagi data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Membuat Representasi <i>Word2Vec</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1	Melatih Representasi Model mesin penerjemah Vektor Kata..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2	Informasi Vektor Kata.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3	Word2Vec Embedding Layer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Membuat Model mesin penerjemah <i>Deep Learning</i> ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1	Vanila RNN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2	Bidirectional Vanila RNN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.3	GRU .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.4.4	Bidirectional GRU .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.5	LSTM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.6	Bidirectional LSTM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.7	LSTM + Attention.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.8	Bidirectional LSTM + Attention.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5	Perbandingan Model mesin penerjemah <i>Deep Learning</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
4.5.1	Melatih Model mesin penerjemah....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.2	Perbandingan Loss dan Validation Loss Model mesin penerjemah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.3	Menghitung BLEU Scores .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6	Implementasi Model mesin penerjemah Berbasis <i>Web</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
BAB V PENUTUP.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1	Simpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2	Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Penelitian - Penelitian Relevan .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1 Sampel Dataset paralel korpus Kawi-Indonesia .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2 Sampel Dataset paralel korpus Kawi-Indonesia .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3 Contoh Matriks Perbandingan Model mesin penerjemah**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1 Hasil *BLEU Scores* Skenario 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2 Hasil *BLEU Scores* Skenario 2 .....**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 *Machine Learning* (Pantech, 2018) ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Perhitungan Waktu Ke depan RNN ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 *Recurrent neural network with Gated Recurrent Unit* (Sumber: Towardsdatascience.com) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 LSTM Diagram *Unit* (Sumber: Towardsdatascience.com) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Arsitektur *Seq2Seq* (Sumber: Towardsdatascience.com) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Mekanisme *Attention* Bahdanau.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Alur Kerangka Berpikir.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Alur dan Metode Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Literatur Hasil Transliterasi dan Penerjemah Lontar Bali .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Dokumentasi Lontar Bali Musala Parwa (Geria, 2017)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4 Alur Pra-proses Dataset.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5 Arsitektur RNN Sederhana.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6 Arsitektur RNN dengan *Embedding* ..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7 Arsitektur *Bidirectional* RNN .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8 Arsitektur *Encoder-Decoder* Dasar....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9 Arsitektur Model mesin penerjemah Final dengan *Attention*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10 Model mesin penerjemah Implementasi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Membandingkan Korpus paralel Sumber Dengan Korpus paralel Target Dari Hasil Penerjemahan oleh Ahli (A. A. G. A. Geria, 2017)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Prosedur Pemisahan Kalimat untuk Pembuatan *Ground Truth* .**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3 Ground Truth Dalam File Excel.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4 Tampilan Dataset Dalam *Google Colaboratory***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5 Dataset Berdasarkan Label *Manuscript***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6 Dataset Hasil Pembersihan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7 *Dataset Insight* .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8 Sampel Representasi Kata dalam Vektor**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9 Contoh Kata Termirip dan Tingkat Kemiripan Kata dalam Dimensi Vektor.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10	Infrastruktur Model mesin penerjemah <i>Vanilla RNN</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.11	Infrastruktur Model mesin penerjemah <i>Bidirectional Vanilla RNN</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.12	Infrastuktur Model mesin penerjemah <i>GRU</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.13	Infrastruktur Model mesin penerjemah <i>Bidirectional GRU</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.14	Infrastuktur Model mesin penerjemah <i>LSTM</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.15	Infrastuktur Model mesin penerjemah <i>Bidirectional LSTM</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.16	Infrastuktur Model mesin penerjemah <i>LSTM</i> dengan <i>Attention</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.17	Infrastuktur Model mesin penerjemah <i>Bidirectional LSTM</i> dengan <i>Attention</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.18	Proses <i>Training</i> Model mesin penerjemah	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.19	Perbandingan Nilai <i>Loss</i> dan <i>Validation Loss</i> Model mesin penerjemah <i>Deep Learning</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.20	Sampel Hasil Test Model mesin penerjemah <i>LSTM + Attention</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.21	Interpretasi Hasil <i>BLEU Scores</i> ( <i>Evaluating Translation Model   AutoML Translation Documentation   Google Cloud, n.d.</i> )	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.22	Visualisasi <i>BLEU Scores</i> pada Skenario 2	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.23	Struktur File <i>Project</i> Implementasi NMT	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.24	Hasil Implementasi dengan <i>Flask</i>	74