

**OPTIMASI MODEL PERCAKAPAN  
BAHASA INDONESIA BERBASIS  
*SEQUENCE TO SEQUENCE (SEQ2SEQ)***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Informatika



Oleh:

Yohanes Dwiki Witman Gusti Made

14 07 07748

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2019**

# HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul  
**Optimasi Model Percakapan Bahasa Indonesia  
Berbasis *Sequence to Sequence* (SEQ2SEQ)**

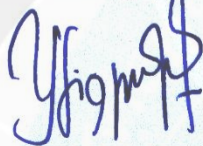
**Disusun oleh:**

Yohanes Dwiki Witman Gusti Made

(NIM: 140707748)

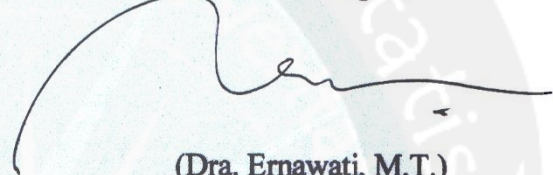
Dinyatakan telah memenuhi syarat  
Pada Tanggal : 28 Februari 2019

Pembimbing I,



(Y. Sigit Purnomo WP., S.T., M.Kom.)

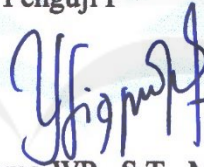
Pembimbing II,



(Dra. Ernawati, M.T.)

**Tim Penguji:**

Penguji I



(Y. Sigit Purnomo WP., S.T., M.Kom.)

Penguji II,



(Yulius Harjoseputro, S.T., M.T.)

Penguji III,



(Joseph Eric Samodra, S.Kom., MIT)

Yogyakarta, 04 Maret 2019  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Fakultas Teknologi Industri

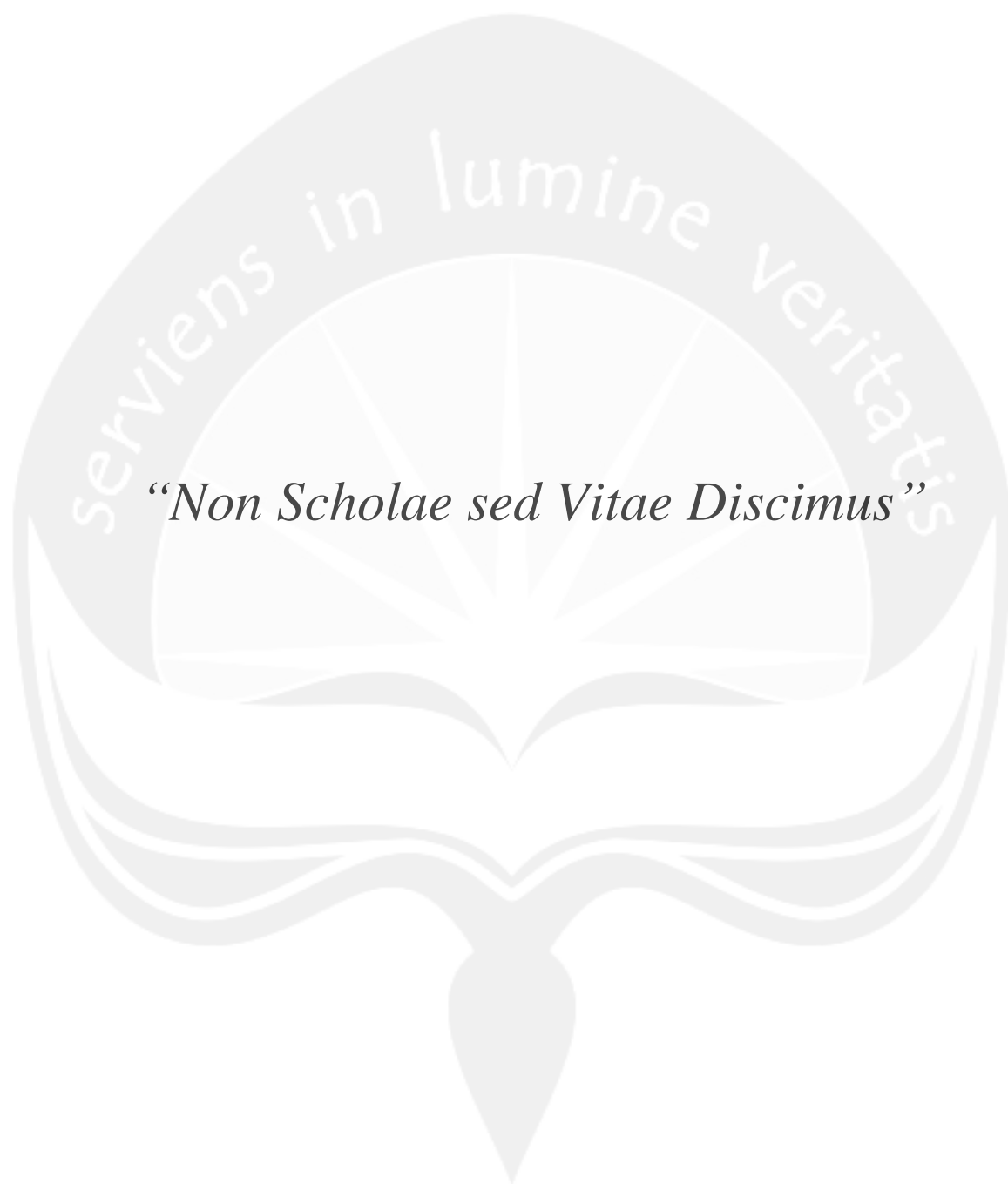


Dekan,



(Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc.)

## HALAMAN PERSEMBAHAN



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan atas semua berkat, tuntunan dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir “Optimasi Model Percakapan Bahasa Indonesia Berbasis *Sequence to Sequence* (SEQ2SEQ)” ini dengan baik. Tugas akhir adalah tugas yang diwajibkan pada mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta setelah lulus mata kuliah teori, praktikum, dan kerja praktek. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana Teknik Informatika dari Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah menyumbangkan pikiran, tenaga, dukungan, bimbingan, dan doa kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan petunjuk dan tuntunan, serta melimpahkan berkat, perlindungan, penjaga dan karunia-Nya yang besar kepada penulis.
2. Kedua orang tua penulis serta kakak yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam segala hal untuk penulis sehingga dapat sampai pada titik ini.
3. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Y. Sigit Purnomo WP., S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberi bimbingan, petunjuk dan pengarahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ibu Dra. Ernawati, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberi bimbingan, petunjuk dan pengarahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu penulis selama masa kuliah di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Seluruh teman-teman yang mendukung penulis yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan waktu dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 5 Maret 2019

Penulis,

Yohanes Dwiki Witman Gusti Made

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR KODE .....	x
INTISARI .....	xi
BAB I .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Metodologi Penelitian .....	5
1.6. Alat dan Bahan .....	6
1.7. Sistematika Penulisan Laporan .....	7
BAB II .....	9
BAB III .....	12
3.1. Aplikasi <i>Chatbot</i> .....	12
3.2. <i>Natural Language Processing</i> .....	13
3.3. <i>Deep Learning</i> .....	13
3.4. <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i> .....	14
3.5. Mekanisme Gerbang RNN .....	15
3.6. <i>Sequential to Sequential (SEQ2SEQ)</i> .....	17
3.7. Mekanisme Perhatian .....	18
3.8. <i>Gradient Descent</i> .....	20
3.9. <i>Framework Deep Learning</i> .....	20

3.10. Tensorflow .....	21
<b>BAB IV</b> .....	<b>23</b>
4.1. Analisis Algoritma RNN Pada Model SEQ2SEQ .....	23
4.2. Alur Pengerjaan Model Optimasi .....	24
4.3. Perancangan Sampel Data.....	25
4.4. Perancangan Model Optimasi .....	26
4.4.1. Model Gerbang LSTM-LSTM .....	27
4.4.2. Model Gerbang LSTM-GRU.....	28
4.4.3. Model Gerbang GRU-GRU.....	29
4.4.4. Model Gerbang GRU-LSTM.....	30
4.5. Perancangan Algoritma dan <i>Pseudocode</i> .....	30
4.5.1. Pelatihan Model.....	30
4.5.2. Generasi Respon .....	31
4.6. Perancangan Pengujian Model.....	32
4.7. <i>Framework Deep Learning</i> .....	33
<b>BAB V</b> .....	<b>34</b>
5.1. Implementasi Model Optimasi.....	34
5.1.1. Fungsi-Fungsi Umum .....	34
5.1.2. Kode Model Optimasi .....	41
5.1.3. Kode Proses Pelatihan dan Pengujian .....	46
5.1.4. Kode Generasi Respon .....	47
5.2. Pelatihan Model Optimasi.....	48
5.2.1. Lama Waktu Pelatihan.....	48
5.2.2. Nilai Metrik dan <i>Loss</i> Pelatihan .....	50
5.2.3. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pelatihan.....	53
5.2.4. Ukuran Bobot Hasil Pelatihan .....	55
5.2.5. Analisis Hasil Pelatihan.....	56
5.3. Evaluasi Model Optimasi.....	58
5.3.1. Lama Waktu Pengujian .....	58
5.3.2. Nilai Metrik dan <i>Loss</i> Pengujian .....	60
5.3.3. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pengujian .....	62
5.3.4. Analisis Hasil Pengujian.....	64
5.4. Antarmuka dan Hasil Generasi Respon .....	66
5.5. Kelebihan dan Kekurangan Sistem .....	68
<b>BAB VI</b> .....	<b>69</b>
6.1. Kesimpulan.....	69
6.2. Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. <i>Timeline</i> dari Aplikasi <i>Chatbot</i> (Wetstein, 2017).....	13
Gambar 3.2. Ruang Lingkup <i>Deep Learning</i> (Sze et al., 2017).....	14
Gambar 3.3. Arsitektur RNN Sederhana (Christopher Olah via Github, 2015)....	15
Gambar 3.4. Unit LSTM (François Deloche via Wikimedia Commons, 2017)....	16
Gambar 3.5. Unit GRU (François Deloche via Wikimedia Commons, 2017).....	17
Gambar 3.6. Arsitektur SEQ2SEQ (CIS530 University of Pennsylvania, 2018)..	18
Gambar 4.1. Ilustrasi Proses Pelatihan serta Pengujian dan Generasi Respon.....	24
Gambar 4.2. Alur Pengerjaan Model Percakapan .....	25
Gambar 4.3. Alur Pengerjaan Sampel Data.....	26
Gambar 5.1. Contoh Hasil Fungsi <i>Preprocessing Text</i> .....	35
Gambar 5.2. Contoh Hasil Fungsi <i>Load Data Sample</i> .....	36
Gambar 5.3. Contoh Hasil Fungsi <i>Encode Sequences</i> .....	37
Gambar 5.4. Contoh Hasil Fungsi <i>Encode Output</i> .....	38
Gambar 5.5. Contoh Angka Prediksi Dari Fungsi <i>Predict Sequences</i> .....	40
Gambar 5.6. Hasil Visualisasi Model Gerbang LSTM-LSTM .....	42
Gambar 5.7. Hasil Visualisasi Model Gerbang LSTM-GRU.....	43
Gambar 5.8. Hasil Visualisasi Model Gerbang GRU-GRU.....	44
Gambar 5.9. Hasil Visualisasi Model Gerbang GRU-LSTM.....	45
Gambar 5.10. Kesalahan <i>Memory Error</i> .....	48
Gambar 5.11. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pelatihan Pada Sampel Data 5 Ribu.....	53
Gambar 5.12. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pelatihan Pada Sampel Data 10 Ribu.....	54
Gambar 5.13. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pelatihan Pada Sampel Data 15 Ribu.....	54
Gambar 5.14. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pelatihan Pada Sampel Data 20 Ribu.....	54
Gambar 5.15. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pengujian Pada Sampel Data 5 Ribu .....	63
Gambar 5.16. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pengujian Pada Sampel Data 10 Ribu .....	63
Gambar 5.17. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pengujian Pada Sampel Data 15 Ribu .....	64
Gambar 5.18. Grafik Nilai <i>Loss</i> Pengujian Pada Sampel Data 20 Ribu .....	64
Gambar 5.19. Antarmuka Program <i>Chatbot</i> .....	68



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Teknik Optimasi Model SEQ2SEQ.....	11
Tabel 4.1. Tabel Variasi Optimasi Model SEQ2SEQ .....	27
Tabel 4.2. Tabel Struktur <i>Layer</i> Model LSTM-LSTM .....	28
Tabel 4.3. Tabel Struktur <i>Layer</i> Model LSTM-GRU.....	28
Tabel 4.4. Tabel Struktur <i>Layer</i> Model GRU-GRU .....	29
Tabel 4.5. Tabel Struktur <i>Layer</i> Model GRU-LSTM.....	30
Tabel 5.1. Lama Waktu Pelatihan Model Tanh RNN – Tanh RNN Dengan <i>Gradient Descent</i> SGD .....	49
Tabel 5.2. Lama Waktu Pelatihan Model Optimasi Dengan Mekanisme Perhatian versi Bahdanau dan <i>Gradient Descent</i> Adam .....	49
Tabel 5.3. Nilai Metrik dan <i>Loss</i> Pelatihan Model Tanh RNN – Tanh RNN Dengan <i>Gradient Descent</i> SGD.....	50
Tabel 5.4. Nilai Metrik dan <i>Loss</i> Pelatihan Model Optimasi Dengan Mekanisme Perhatian versi Bahdanau dan <i>Gradient Descent</i> Adam.....	51
Tabel 5.5. Ukuran Bobot Hasil Pelatihan Model Tanh RNN – Tanh RNN Dengan <i>Gradient Descent</i> SGD .....	55
Tabel 5.6. Ukuran Bobot Hasil Pelatihan Model Optimasi Dengan Mekanisme Perhatian versi Bahdanau dan <i>Gradient Descent</i> Adam.....	55
Tabel 5.7. Lama Waktu Pengujian Model Tanh RNN – Tanh RNN Dengan <i>Gradient Descent</i> SGD .....	58
Tabel 5.8. Lama Waktu Pengujian Model Optimasi Dengan Mekanisme Perhatian versi Bahdanau dan <i>Gradient Descent</i> Adam.....	59
Tabel 5.9. Nilai Metrik dan <i>Loss</i> Pengujian Model Tanh RNN – Tanh RNN Dengan <i>Gradient Descent</i> SGD.....	60
Tabel 5.10. Nilai Metrik dan <i>Loss</i> Pengujian Model Optimasi Dengan Mekanisme Perhatian versi Bahdanau dan <i>Gradient Descent</i> Adam.....	61

## DAFTAR KODE

Kode 4.1. <i>Pseudocode</i> Proses Pelatihan.....	31
Kode 4.2. <i>Pseudocode</i> Proses Generasi Respon.....	32
Kode 5.1. Fungsi <i>Preprocessing Text</i> .....	35
Kode 5.2. Fungsi <i>Load Data Sample</i> .....	36
Kode 5.3. Fungsi <i>Create Tokenizer</i> .....	36
Kode 5.4. Fungsi <i>Max Length</i> .....	37
Kode 5.5. Fungsi <i>Encode Sequences</i> .....	37
Kode 5.6. Fungsi <i>Encode Output</i> .....	38
Kode 5.7. Fungsi <i>Word For Id</i> .....	39
Kode 5.8. Fungsi <i>Predict Sequences</i> .....	39
Kode 5.9. Fungsi <i>Translate</i> .....	40
Kode 5.10. Fungsi <i>Precision</i> .....	41
Kode 5.11. Fungsi <i>Recall</i> .....	41
Kode 5.12. Fungsi <i>F1</i> .....	41
Kode 5.13. Fungsi Model Gerbang LSTM-LSTM.....	42
Kode 5.14. Fungsi Model Gerbang LSTM-GRU.....	43
Kode 5.15. Fungsi Model Gerbang GRU-GRU.....	44
Kode 5.16. Fungsi Model Gerbang GRU-LSTM.....	45
Kode 5.17. Proses Pelatihan dan Pengujian.....	47
Kode 5.18. Proses Generasi Respon.....	47

## INTISARI

*Chatbot* saat ini berkembang dengan kerangka kerja *sequence-to-sequence* (SEQ2SEQ) yang berbasiskan dua *Recurrent Neural Network* (2-RNN). Seiring waktu, tingkat kesulitan pelatihannya semakin kompleks karena pelatihan jangka panjang dengan RNN sangat rentan pada masalah hilang atau meledaknya gradien. Oleh karena itu, pelatihan dengan RNN akhir-akhir ini lebih fokus kepada upaya untuk mengatasi masalah hilang atau meledaknya gradien melalui langkah optimasi.

Beberapa metode optimasi pernah diteliti sebelumnya pada kerangka kerja SEQ2SEQ, seperti mekanisme gerbang *Long-Short Term Memory* (LSTM) yang baik dalam pemahaman informasi secara lebih lama dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) yang konvergensi pelatihannya cepat, mekanisme perhatian (*Attention Mechanism*) yang mengatasi masalah sekuens yang panjang, dan *gradient descent* yang menghasilkan model dengan tingkat kesalahan minimal. Perlu adanya penelitian terbaru yang mengungkapkan hasil gabungan dari ketiga optimasi tersebut untuk mencapai *state-of-the-art* dari model percakapan.

Hasil penelitian ini menunjukkan performa optimasi model percakapan SEQ2SEQ berdasarkan nilai metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1*, dan *loss* dengan memakai sampel data dari *OpenSubtitle 2018* Bahasa Indonesia. Penelitian ini juga berhasil menerapkan mekanisme gerbang yang berbeda pada *encoder* dan *decoder* model. Posisi optimal seluruh model terletak pada sampel 15 ribu dan *epoch* ke-50, dengan skor pengujian terbaik dihasilkan oleh model gerbang LSTM-LSTM, yaitu *accuracy* 71,59%, *precision* 86,95%, *recall* 66,37%, *F1* 75,25%, dan *loss* 2,664.

**Kata Kunci:** *Chatbot*, *SEQ2SEQ*, *RNN*, *Optimasi*, *Bahasa Indonesia*