

**RANCANG BANGUN APLIKASI INTELLIGENT TUTORING
SYSTEM (ITS) PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA
MENGUNAKAN SELF ATTENTIVE MODEL FOR
KNOWLEDGE TRACING (SAKT)**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

**ORDE GILBERT WIGUNA
00000055282**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

**RANCANG BANGUN APLIKASI INTELLIGENT TUTORING
SYSTEM (ITS) PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA
MENGUNAKAN SELF ATTENTIVE MODEL FOR
KNOWLEDGE TRACING (SAKT)**



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

**ORDE GILBERT WIGUNA
00000055282**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Orde Gilbert Wiguna

Nomor Induk Mahasiswa : 00000055282

Program Studi : Informatika

Skripsi dengan judul:

Rancang Bangun Aplikasi Intelligent Tutoring System (ITS) pada Mata Pelajaran Matematika menggunakan Self Attentive Model for Knowledge Tracing (SAKT)

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

Tangerang, 4 Juli 2025



(Orde Gilbert Wiguna)

UMM
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

RANCANG BANGUN APLIKASI INTELLIGENT TUTORING SYSTEM (ITS) PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN SELF ATTENTIVE MODEL FOR KNOWLEDGE TRACING (SAKT)

oleh

Nama : Orde Gilbert Wiguna
NIM : 00000055282
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Senin, 14 Juli 2025

Pukul 10.00 s/s 12.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang



(Alexander Waworuntu, S.Kom, M.T.I)

NIDN: 0309068503

Pembimbing I



(Dr. Adhi Kusnadi, S.T, M.Si.)

NIDN: 0303037304

Penguji

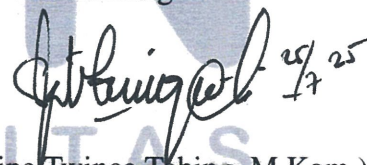


(Eunike Endariahna Surbakti, S.Kom,

M.T.I)

NIDN: 0322099401

Pembimbing II



(Fenina Adline Twince Tobing, M.Kom.)

NIDN: 0406058802

Ketua Program Studi Informatika,



(Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA)

NIDN: 0315109103

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Orde Gilbert Wiguna
NIM : 00000055282
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Rancang Bangun Aplikasi Intelligent
Tutoring System (ITS) pada Mata
Pelajaran Matematika menggunakan
Self Attentive Model for Knowledge
Tracing (SAKT)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
- Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu tiga tahun.

Tangerang, 4 Juli 2025

Yang menyatakan

Orde Gilbert Wiguna

**Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PERSEMBAHAN / MOTTO

"A good name is to be more desired than great wealth, Favor is better than silver and gold."

Proverbs 22:1 (NASB)

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat dan rahmat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya penulisan laporan ini. Tanpa bantuan dan bimbingan dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA, selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Dr. Adhi Kusnadi, S.T, M.Si., sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Ibu Fenina Adline Twince Tobing, M.Kom., sebagai Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman saya yang telah memberikan bantuan dukungan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat sebagai sumber informasi maupun sebagai sumber inspirasi bagi pembaca, terutama peneliti-peneliti selanjutnya.

Tangerang, 4 Juli 2025



Orde Gilbert Wiguna

RANCANG BANGUN APLIKASI INTELLIGENT TUTORING SYSTEM (ITS) PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN SELF ATTENTIVE MODEL FOR KNOWLEDGE TRACING (SAKT)

Orde Gilbert Wiguna

ABSTRAK

Pendidikan adalah satu aspek yang sangat penting dalam kehidupan seseorang, terutama pada pelajar kelas 8 dimana penguasaan materi pada kelas tersebut berperan dalam membentuk pemikiran pelajar. Sayangnya, seringkali didapati bahwa proses pembelajaran yang dilalui oleh seorang pelajar tidak mengakomodasi kebutuhan mereka dan mengakibatkan berkurangnya kemampuan akademik mereka, terutama pada mata pelajaran matematika. Untuk meningkatkan performa pelajar secara individual, diperlukan sebuah sistem dimana proses belajar mereka dapat dipersonalisasi. Salah satu cara untuk mencapai pembelajaran terpersonalisasi adalah dengan menggunakan *Intelligent Tutoring System* (ITS) dalam bentuk aplikasi *web*. ITS dengan fungsi utama *adaptive learning* dapat mengadaptasikan konten materi yang diberikan dengan performa pelajar. Fungsi adaptasi ini dapat dicapai dengan mengintegrasikan model *machine learning Self-Attention for Knowledge Tracing* (SAKT). Dengan model SAKT, aplikasi ITS dapat menganalisis riwayat belajar seorang pelajar dan mengadaptasikan konten materi sesuai dengan performa pelajar. Aplikasi ini didesain dengan metode *prototyping*. Desain sistem dilakukan dengan *Structured Analysis/Structured Design* (SA/SD) karena sistem yang dibangun terfokus pada satu pengguna dan urutan proses yang jelas. Hasil yang didapat adalah aplikasi ITS yang operasional dengan fungsi adaptasi yang dicapai menggunakan model SAKT dengan *AUC Score* tertinggi dari hasil *hyperparameter tuning* pada angka 0.7154 dan dengan semua fitur yang bekerja sesuai ekspektasi berdasarkan keberhasilan semua *test case* pada *blackbox testing*.

Kata kunci: *Adaptive Learning, Intelligent Tutoring System* (ITS), Pendidikan, *Self-Attentive Model for Knowledge Tracing* (SAKT)

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

**DEVELOPMENT OF MATHEMATIC INTELLIGENT TUTORING SYSTEM
APPLICATION USING SELF ATTENTIVE MODEL FOR KNOWLEDGE
TRACING**

Orde Gilbert Wiguna

ABSTRACT

Education is a crucial aspect of an individual's life, especially for 8th-grade students, where mastery of the material at this level plays an important role in shaping their thinking. Unfortunately, it is often found that the learning process students go through does not accommodate their individual needs, resulting in a decline in their academic performance, particularly in mathematics. To improve students' individual performance, a system is needed where the learning process can be personalized. One way to achieve personalized learning is through the use of an Intelligent Tutoring System (ITS) in the form of a web application. An ITS with an adaptive learning function can tailor the learning content according to the student's performance. This adaptive function can be achieved by integrating the Self-Attention for Knowledge Tracing (SAKT) machine learning model. With the SAKT model, the ITS application can analyze a student's learning history and adapt the learning content based on their performance. The application was designed using the prototyping method. System design was carried out using Structured Analysis/Structured Design (SA/SD), as the system is focused on a single user with a clear sequence of processes. The result is a functional ITS application with adaptive features achieved using the SAKT model, which obtained an AUC score after hyperparameter tuning of 0.7154 and with all features working as intended based on the success of all test cases in blackbox testing.

Keywords: Adaptive Learning, Intelligent Tutoring System (ITS), Education, Self-Attentive Model for Knowledge Tracing (SAKT)

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Permasalahan	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Intelligent Tutoring System (ITS)	7
2.2 Edukasi Mata Pelajaran Matematika pada Kelas 8	8
2.3 <i>Self-Attentive Model for Knowledge Tracing</i> (SAKT)	9
2.4 <i>Adaptive Learning</i>	15
2.5 Pengujian Aplikasi	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Identifikasi Masalah	17
3.2 Studi Pustaka	18
3.3 Desain Penelitian	18
3.4 Identifikasi Kebutuhan Sistem	19
3.5 Perancangan Awal	20
3.5.1 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	21
3.5.2 Struktur <i>database</i>	23
3.5.3 <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	29
3.5.4 Rancangan <i>sitemap</i> /peta situs	30
3.5.5 <i>Flowchart sistem</i>	31
3.5.6 Rancangan tampilan antarmuka	38
3.6 Pengembangan Prototipe	42
3.6.1 Pembangunan model SAKT	42
3.6.2 Implementasi <i>backend</i>	44
3.6.3 Implementasi <i>frontend</i>	44
3.6.4 Integrasi model SAKT ke sistem	44
3.7 Evaluasi Prototipe	45
3.7.1 <i>Black-Box Testing</i>	45
3.7.2 <i>Area Under the ROC Curve Score</i> (Skor AUC)	46
3.7.3 <i>Performance Benchmarking</i>	46
3.8 Revisi dan Pengembangan Akhir	46

BAB 4	HASIL DAN DISKUSI	48
4.1	Spesifikasi Sistem	48
4.2	Implementasi dan Evaluasi Model	48
4.2.1	Pemilihan <i>Dataset</i>	49
4.2.2	<i>Pre-processing Dataset</i>	49
4.2.3	Pembangunan Model SAKT	54
4.2.4	<i>Hyperparameter Tuning</i>	57
4.2.5	Penyimpanan Model dan Percobaan Prediksi	60
4.2.6	Simulasi Prediksi menggunakan Studi Kasus	62
4.3	Implementasi Sistem	68
4.3.1	Tampilan Antarmuka	68
4.4	Penerapan Kode pada Sistem	79
4.4.1	Kode <i>Frontend</i>	80
4.4.2	Kode <i>Backend</i>	83
4.5	Pengujian Aplikasi	88
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	93
5.1	Simpulan	93
5.2	Saran	94
DAFTAR PUSTAKA		96



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Desain tabel <i>user</i>	24
Tabel 3.2	Desain tabel <i>courses</i>	25
Tabel 3.3	Desain tabel <i>questions</i>	25
Tabel 3.4	Desain tabel <i>questions</i> (lanjutan)	26
Tabel 3.5	Desain tabel <i>answers</i>	26
Tabel 3.6	Desain tabel <i>attemptLog</i>	27
Tabel 3.7	Desain tabel <i>userProgress</i>	28
Tabel 3.8	Tabel <i>hyperparameter</i> pelatihan model SAKT	43
Tabel 3.9	Tabel iterasi prototipe aplikasi ITS	47
Tabel 4.1	Tabel metrik pelatihan model SAKT	56
Tabel 4.2	Tabel <i>hyperparameter</i> pelatihan model SAKT	57
Tabel 4.3	Tabel hasil <i>hyperparameter tuning</i> model SAKT	59
Tabel 4.4	Tabel hasil <i>hyperparameter tuning</i> model SAKT (lanjutan)	60
Tabel 4.5	Tabel variabel simulasi prediksi probabilitas model SAKT	63
Tabel 4.6	Tabel <i>test case</i> aplikasi ITS berbasis model SAKT	88
Tabel 4.7	Tabel <i>test case</i> aplikasi ITS berbasis model SAKT (lanjutan)	89
Tabel 4.8	Tabel <i>test case</i> aplikasi ITS berbasis model SAKT (lanjutan)	90
Tabel 4.9	Tabel <i>response time endpoint</i> aplikasi ITS	92



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Flowchart</i> proses prediksi model SAKT	10
Gambar 3.1	Diagram alur proses metodologi penelitian	17
Gambar 3.2	Diagram metodologi <i>prototyping</i>	19
Gambar 3.3	<i>Data Flow Diagram</i> Level 0 ITS	21
Gambar 3.4	<i>Data Flow Diagram</i> Level 1 aplikasi ITS	22
Gambar 3.5	Entity Relationship Diagram <i>database</i> ITS	29
Gambar 3.6	<i>Sitemap</i> aplikasi ITS	30
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> sistem aplikasi ITS	31
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> proses <i>login</i> aplikasi ITS	32
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> proses registrasi aplikasi ITS	33
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> pemilihan materi aplikasi ITS	34
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> proses pengambilan soal pada aplikasi ITS	35
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> pemrosesan jawaban pada aplikasi ITS	36
Gambar 3.13	<i>Flowchart</i> proses adaptasi soal pada aplikasi ITS	37
Gambar 3.14	<i>Mockup</i> halaman login	38
Gambar 3.15	<i>Mockup</i> halaman register	39
Gambar 3.16	<i>Mockup</i> halaman dasbor	40
Gambar 3.17	<i>Mockup</i> halaman <i>course</i> /materi	40
Gambar 3.18	Alur interaksi pelajar dengan aplikasi	41
Gambar 4.1	Tampilan halaman web etrialtestbed.com	49
Gambar 4.2	Potongan <i>readme.md</i> dari repositori GitHub learner- performance-prediction	50
Gambar 4.3	Argumen-argumen yang dapat diterima oleh <i>script</i> <i>preprocessing</i>	50
Gambar 4.4	Fungsi " <i>prepare_assistments()</i> "	51
Gambar 4.5	Fungsi " <i>prepare_assistments()</i> "	51
Gambar 4.6	Fungsi " <i>prepare_assistments()</i> "	52
Gambar 4.7	Fungsi " <i>prepare_assistments()</i> "	53
Gambar 4.8	Fungsi " <i>prepare_assistments()</i> "	54
Gambar 4.9	Instruksi untuk melatih model SAKT	55
Gambar 4.10	Fungsi " <i>prepare_batches()</i> "	55
Gambar 4.11	Potongan kode dari <i>automate.py</i>	58
Gambar 4.12	Potongan kode dari <i>automate.py</i>	59
Gambar 4.13	Potongan kode dari <i>script</i> <i>predict.py</i> untuk persiapan prediksi	61
Gambar 4.14	Potongan kode dari <i>script</i> <i>predict.py</i> untuk melakukan prediksi	61
Gambar 4.15	<i>Script</i> untuk menjalankan <i>server</i> model SAKT	62
Gambar 4.16	Perbandingan hasil prediksi antara Excel dengan model sebenarnya	67
Gambar 4.17	Logo aplikasi "MathTutor"	68
Gambar 4.18	Tampilan awal halaman <i>login</i>	69
Gambar 4.19	Tampilan <i>modal email/password</i> salah	69
Gambar 4.20	Tampilan <i>modal email/password</i> kosong	70
Gambar 4.21	Tampilan teks peringatan <i>input</i> kosong	70
Gambar 4.22	Tampilan <i>modal</i> format <i>email</i> yang salah	71
Gambar 4.23	Tampilan <i>input password</i>	71

Gambar 4.24	Tampilan <i>input password</i> tanpa sensor	72
Gambar 4.25	Tampilan halaman registrasi	72
Gambar 4.26	Tampilan <i>modal</i> kolom kosong	73
Gambar 4.27	Tampilan teks peringatan kolom kosong	73
Gambar 4.28	Tampilan <i>modal</i> format <i>email</i> yang salah	74
Gambar 4.29	Tampilan <i>modal email</i> yang sudah didaftarkan	74
Gambar 4.30	Tampilan <i>input password</i>	75
Gambar 4.31	Tampilan <i>input password</i> tanpa sensor	75
Gambar 4.32	Tampilan halaman dasbor	76
Gambar 4.33	Tampilan halaman materi	77
Gambar 4.34	Tampilan <i>modal</i> jawaban kosong	77
Gambar 4.35	Tampilan teks warning jawaban kosong	78
Gambar 4.36	Tampilan <i>modal</i> jawaban salah	78
Gambar 4.37	Tampilan halaman materi jika materi sudah diselesaikan . .	79
Gambar 4.38	Logika verifikasi autentikasi akun pelajar	80
Gambar 4.39	Logika validasi <i>input</i>	80
Gambar 4.40	Pesan <i>input</i> kosong di bawah kolom <i>input</i>	81
Gambar 4.41	Fungsi generik untuk mempermudah pemanggilan API . .	81
Gambar 4.42	Validasi <i>input</i> pada fungsi <i>submit</i> jawaban pada halaman materi	82
Gambar 4.43	Proses pergantian soal pada fungsi <i>submit</i> jawaban pada halaman materi	82
Gambar 4.44	<i>Endpoint</i> penerima jawaban dari <i>frontend</i>	83
Gambar 4.45	Proses persiapan data untuk prediksi apabila jawaban benar	84
Gambar 4.46	Pemanggilan fungsi untuk melakukan prediksi probabilitas	85
Gambar 4.47	Fungsi yang memanggil <i>endpoint</i> untuk prediksi probabilitas	85
Gambar 4.48	<i>Mapping</i> dari semua kombinasi <i>item_id</i> dan <i>skill_id</i> yang dipelajari oleh model	86
Gambar 4.49	Proses pencarian <i>id</i> pertanyaan/ <i>item_id</i> yang ditampilkan selanjutnya pada aplikasi	87
Gambar 4.50	Proses pembaruan baris data pada tabel <i>userProgress</i> . . .	87
Gambar 4.51	<i>Query database</i> untuk data riwayat pelajar	91
Gambar 4.52	Hasil <i>query database</i>	91

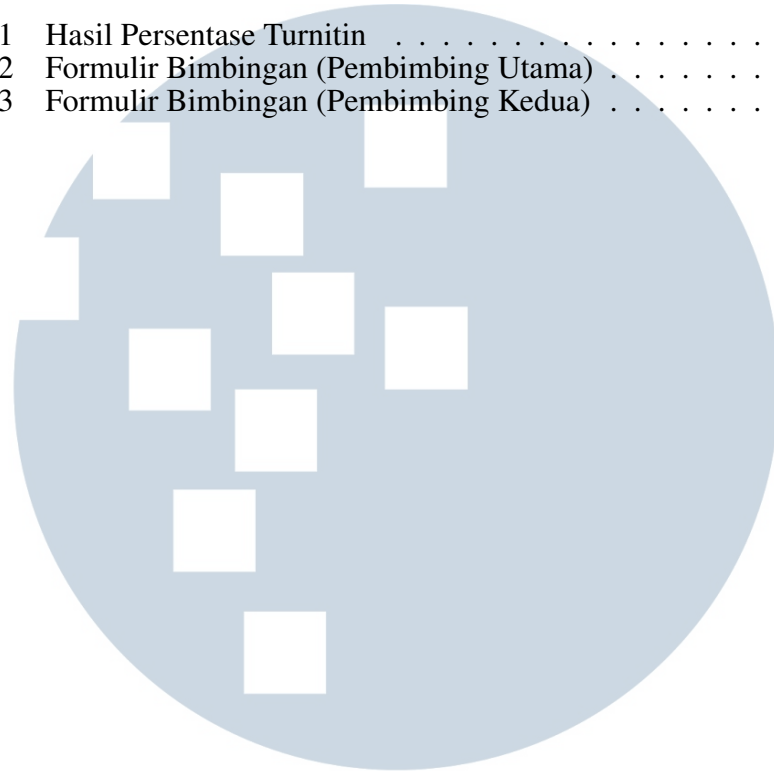
DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Sekuens Interaksi Pelajar	10
Rumus 2.2	<i>Encoding</i> Sekuens Interaksi	11
Rumus 2.3	<i>Query, Key, dan Value</i>	13
Rumus 2.4	<i>Attention Score</i>	13
Rumus 2.5	<i>Multi-Headed Attention</i>	14
Rumus 2.6	<i>Feed-Forward Network (FFN)</i>	14
Rumus 2.7	Prediksi Probabilitas	14



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Persentase Turnitin	99
Lampiran 2	Formulir Bimbingan (Pembimbing Utama)	103
Lampiran 3	Formulir Bimbingan (Pembimbing Kedua)	104



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA