

**BENCHMARKING KONTRAK CERDAS YANG DIHASILKAN OLEH
KECERDASAN BUATAN UNTUK DEFI**



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

Andhika Nugraha Wira Pratama

00000041732

UMMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

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

TANGERANG

2023

**BENCHMARKING KONTRAK CERDAS YANG DIHASILKAN OLEH
KECERDASAN BUATAN UNTUK DEFI**



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

Andhika Nugraha Wira Pratama

00000041732

UMMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

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

TANGERANG

2023

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Andhika Nugraha Wira Pratama
Nomor Induk Mahasiswa : 00000041732
Program Studi : Informatika

Skripsi dengan judul:

Benchmarking Kontrak Cerdas yang Dihasilkan oleh Kecerdasan Buatan untuk DeFi

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya 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 Skripsi maupun dalam penulisan laporan Skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 4 Desember 2023



(Andhika Nugraha Wira Pratama)

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

**BENCHMARKING KONTRAK CERDAS YANG DIHASILKAN OLEH
KECERDASAN BUATAN UNTUK DEFI**

oleh

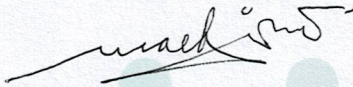
Nama : Andhika Nugraha Wira Pratama
NIM : 00000041732
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Rabu, 13 Desember 2023
Pukul 13.00 s/d 15.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang

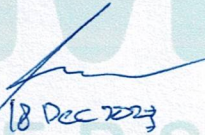


(Moeljono Widjaja, B.Sc., M.Sc., Ph.D.) (Dr. Maria Irmina Prasetyowati, S.Kom., M.T.)
NIDN: 0311106903 NIDN: 0725057201

Penguji

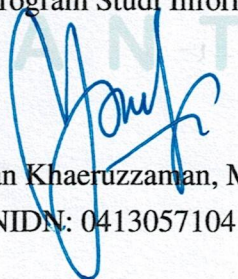


Pembimbing


18 Dec 2023

(Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc. (OCA, CEH, CEI))
NIDN: 0315109103

PJS Ketua Program Studi Informatika,



(Yaman Khaeruzzaman, M.Sc)
NIDN: 0413057104

iii

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Multimedia Nusantara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andhika Nugraha Wira Pratama
NIM : 00000041732
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknik dan Informatika
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada **Universitas Multimedia Nusantara** hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**BENCHMARKING KONTRAK CERDAS YANG DIHASILKAN OLEH
KECERDASAN BUATAN UNTUK DEFI**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Multimedia Nusantara berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

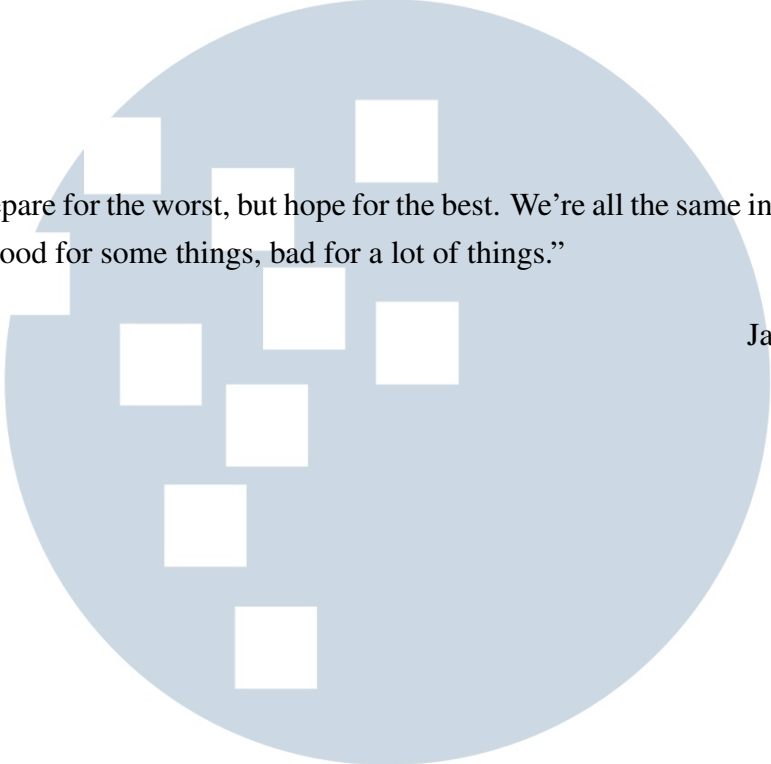
Tangerang, 4 Desember 2023
Yang menyatakan



Andhika Nugraha Wira Pratama

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

Halaman Persembahan / Motto



"I prepare for the worst, but hope for the best. We're all the same inside.
I'm good for some things, bad for a lot of things."

Jackie Chan

UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

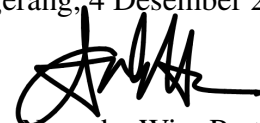
KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat dan rahmat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya penulisan laporan Skripsi ini dengan judul: Benchmarking Kontrak Cerdas yang Dihasilkan oleh Kecerdasan Buatan untuk DeFi dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer Jurusan Informatika Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, 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 Yaman Khaeruzzaman, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc. (OCA, CEH, CEI), sebagai Pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya tesis ini.
5. Bapak Moeljono Widjaja, B.Sc., M.Sc., Ph.D yang telah meminjamkan komputer di laboratorium AI UMN.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
7. Komunitas Anak Baik yang telah memberikan dukungan moral sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca.

Tangerang, 4 Desember 2023



Andhika Nugraha Wira Pratama

BENCHMARKING KONTRAK CERDAS YANG DIHASILKAN OLEH KECERDASAN BUATAN UNTUK DEFI

Andhika Nugraha Wira Pratama

ABSTRAK

Dengan tujuan untuk meningkatkan sistem keuangan konvensional, *Decentralized Finance* (DeFi) dalam kerangka kerja blockchain telah dikembangkan, dan transaksi otomatis telah berhasil dikenali melalui penggunaan kontrak pintar yang dapat dieksekusi sendiri. Mengingat bahwa membuat kontrak cerdas DeFi yang efektif membutuhkan komitmen waktu dan upaya yang signifikan, perkembangan dalam hal ini dalam beberapa tahun terakhir menyoroti kesulitan dalam menjaga kualitas DeFi. Khususnya, perkembangan dalam *Large Language Models* sebagai hasil dari penelitian pembuatan teks yang berkelanjutan telah membuka pintu bagi kemungkinan untuk menghasilkan *source code* secara otomatis, menyediakan cara yang memungkinkan untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan pembuatan kontrak cerdas DeFi yang rumit secara manual. Dalam penelitian ini, program benchmarking untuk menghasilkan kontrak pintar DeFi secara otomatis menggunakan model Code-LLaMa dan Code-LLaMa - Python dengan sistem penilaian berbobot telah dibuat. Dengan tiga skenario DeFi yang berbeda, sejumlah total 120 kontrak cerdas dari skenario DeFi berhasil dihasilkan oleh kedua model dengan jumlah masing-masing 60 dan di-*benchmark* dengan pembobotan yang seimbang yaitu 0,1 dari jumlah bobot 1. Nilai dari Code-LLaMa dan Code-LLaMa Python, dari 100 untuk skenario pertama adalah 52,44 dan 44,54, skenario kedua adalah 37,14 dan 39,77, dan skenario ketiga adalah 36,95 dan 39,0. Kesimpulan dari penelitian ini adalah, meskipun memiliki nilai yang berbeda, kedua model tersebut mampu menghasilkan kontrak cerdas dan menunjukkan kinerja yang serupa dan seimbang antar skenario DeFi.

Kata kunci: *Auto-Generation, Benchmarking, Code-LLaMa, DeFi, Generasi kode, Kontrak kertas, LLM, Solidity.*

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

Benchmarking AI-Generated Smart Contract for DeFi

Andhika Nugraha Wira Pratama

ABSTRACT

With the goal of improving conventional financial systems, Decentralised Finance (DeFi) within the blockchain framework has been developed, and automated transactions have been successfully recognised through the use of self-executing smart contracts. Given that creating effective DeFi smart contracts requires a significant time and effort commitment, the notable growth witnessed in recent years highlights the difficulty of maintaining the quality of DeFi. Specifically, developments in large language models as a result of continuous text generation research have opened the door to the possibility of automatically producing source codes, providing a possible means of resolving issues related to the laborious creation and upkeep of complex DeFi smart contracts by hand. In this research, a benchmarking program to auto-generate DeFi smart contract using Code-LLaMa and Code-LLaMa – Python model with a weighted scoring system has been created. With three different DeFi scenarios, a total number of 120 smart contracts of DeFi scenarios are successfully generated by both models with 60 each and benchmarked with a balanced weighting of 0,1 out of 1 weight sum. The scores from Code-LLaMa and Code-LLaMa Python, out of 100 for the first scenario are 52,44 and 44,54, second scenario are 37,14 and 39,77, and third scenario are 36,95 and 39,0. The conclusion of this research is, despite having different scores, both of the models are able to generate smart contracts and show a similar and balanced performance between DeFi scenarios.

Keywords: Auto-Generation, Benchmarking, Code Generation, Code-LLaMa, DeFi, LLM, Smart Contract, Solidity

U M N
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR KODE	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Permasalahan	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Karya Terkait	6
2.2 Kontrak Cerdas DeFi	7
2.2.1 ERC-20	8
2.2.2 ERC-4626	9
2.2.3 ERC-3156	10
2.3 Code-LLaMa	11
2.4 Benchmarking Kontrak Cerdas	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Metodologi Penelitian	16
3.2 Penentuan Skenario DeFi	17
3.3 Penentuan Kriteria Benchmarking	19
3.4 Workflow Program Benchmarking	21
3.4.1 Menghasilkan Kontrak Cerdas	22
3.4.2 Benchmarking Kontrak Cerdas	24
3.5 Metode Implementasi Code-LLaMa dan Code-LLaMa Python	24
3.6 Metode Implementasi Kriteria Evaluasi	26
3.6.1 Skenario 1: Token "Xian Yearn Finance" (XYF)	29
3.6.2 Skenario 2: Menyetor dan Menarik Token	30
3.6.3 Skenario 3: Meminjamkan dan Meminjam Token	32
3.7 Testing	33
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	35
4.1 Spesifikasi Sistem	35
4.2 Hasil Implementasi Program	35
4.2.1 Hasil Implementasi Code-LLaMa dan Code-LLaMa - Python	35
4.2.2 Percobaan Menghasilkan Kontrak Cerdas	37
4.2.3 Ekstraksi Hasil menjadi File CSV	38
4.2.4 Memuat Kontrak Cerdas ke dalam Program	38

4.2.5	Pengecekan Kriteria Kelengkapan Source Code	38
4.2.6	Pemilihan Jenis ERC	40
4.2.7	Pengaturan Bobot Nilai untuk Setiap Kriteria	40
4.2.8	Implementasi Evaluasi Kriteria Kontrak Cerdas	43
4.3	Hasil Benchmarking Kontrak Cerdas DeFi	46
4.3.1	Hasil Skenario 1	46
4.3.2	Hasil Skenario 2	49
4.3.3	Hasil Skenario 3	52
4.4	Diskusi Hasil dari Benchmarking	55
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1	Simpulan	59
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	DeFi <i>stack</i>	7
Gambar 2.2	Struktur Model Code-LLaMa	12
Gambar 2.3	<i>Training</i> pada Code-LLaMa dan Code-LLaMa Python	13
Gambar 3.1	<i>Workflow</i> Program <i>Benchmarking</i> Secara Keseluruhan	22
Gambar 3.2	Proses Penghasilan Kontrak Cerdas Secara Otomatis	23
Gambar 3.3	Proses Evaluasi Kontrak Cerdas Secara Otomatis	24
Gambar 4.1	Proses Pemasukkan Bobot Nilai	42
Gambar 4.2	Total Bobot Nilai Terpenuhi	43
Gambar 4.3	Total Bobot Nilai Melebihi atau Kurang	43
Gambar 4.4	<i>Output</i> dari Evaluasi Kontrak Cerdas 1	45
Gambar 4.5	<i>Output</i> dari Evaluasi Kontrak Cerdas 2	46
Gambar 4.6	Skor Kinerja <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Individu Code-LLaMa	55
Gambar 4.7	Skor Kinerja <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Individu Code-LLaMa - Python	56
Gambar 5.1	Tampilan pembuatan program <i>benchmarking</i> menggunakan <i>Jupyter Python</i>	66
Gambar 5.2	Tampilan penandaan <i>keyword</i> pada kontrak cerdas	66
Gambar 5.3	Tampilan pemilihan skenario ERC	67
Gambar 5.4	Tampilan penentuan bobot nilai setiap kriteria	67
Gambar 5.5	Tampilan konfirmasi pembobotan nilai pada kriteria	68
Gambar 5.6	Tampilan jika total bobot nilai kurang atau melebihi	68
Gambar 5.7	Tampilan hasil dari <i>benchmarking</i> 1	69
Gambar 5.8	Tampilan hasil dari <i>benchmarking</i> 2	69



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	ERC-20 <i>Functions</i>	9
Tabel 2.2	ERC-20 <i>Events</i>	9
Tabel 2.3	ERC-4626 <i>Functions</i>	10
Tabel 2.4	ERC-4626 <i>Events</i>	10
Tabel 2.5	ERC-3156 <i>Functions</i>	11
Tabel 2.6	Biaya gas <i>Ethereum</i>	14
Tabel 3.1	Skenario DeFi	18
Tabel 3.2	Kriteria <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas	19
Tabel 3.3	Konfigurasi kuantisasi <i>BitsandBytes</i> untuk model	25
Tabel 3.4	Parameter <i>tokenizer</i> model untuk menghasilkan respon	25
Tabel 3.5	Parameter generasi respon untuk generasi hasil yang berbeda	26
Tabel 3.6	Skenario DeFi yang akan diuji Model	27
Tabel 3.7	Kata kunci untuk Kriteria Pertama	27
Tabel 3.8	<i>Prompt</i> Pengguna untuk Skenario 1	33
Tabel 3.9	<i>Prompt</i> Pengguna untuk Skenario 2	33
Tabel 3.10	<i>Prompt</i> Pengguna untuk Skenario 3	34
Tabel 4.1	Skor Rata-Rata <i>Benchmarking</i> Skenario 1	47
Tabel 4.2	Detil <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Code-LLaMa pada Skenario 1	47
Tabel 4.3	Detil <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Code-LLaMa - Python pada Skenario 1	48
Tabel 4.4	Skor Rata-Rata <i>Benchmarking</i> Skenario 2	50
Tabel 4.5	Detil <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Code-LLaMa pada Skenario 2	50
Tabel 4.6	Detil <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Code-LLaMa - Python pada Skenario 2	51
Tabel 4.7	Skor Rata-Rata <i>Benchmarking</i> Skenario 3	53
Tabel 4.8	Detil <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Code-LLaMa pada Skenario 3	53
Tabel 4.9	Detil <i>Benchmarking</i> Kontrak Cerdas Code-LLaMa - Python pada Skenario 3	54

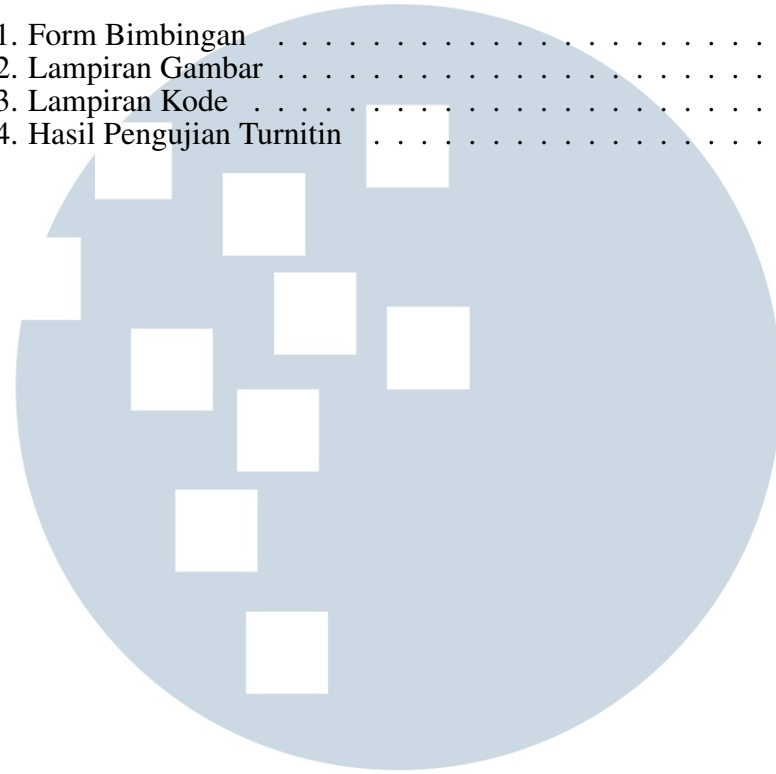
U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

DAFTAR KODE

3.1	<i>Regex</i> untuk kriteria umum kontrak cerdas	28
3.2	<i>Regex</i> untuk Standar Penyimpanan ERC-20	30
3.3	<i>Regex</i> untuk Mencari Data on-chain diluar standar ERC-20	30
3.4	<i>Regex</i> untuk Standar Penyimpanan ERC-4626	31
3.5	<i>Regex</i> untuk Mencari Data on-chain diluar standar ERC-4626	31
3.6	<i>Regex</i> untuk Standar Penyimpanan ERC-3156	32
3.7	<i>Regex</i> untuk Mencari Data on-chain diluar standar ERC-3156	32
4.1	Konfigurasi BnB	36
4.2	Pemuatan Model ke Program	36
4.3	Konfigurasi Parameter Generasi Respon	37
4.4	Penghasilan Kontrak Cerdas Secara Otomatis	37
4.5	Ekstraksi menjadi File CSV	38
4.6	Load File CSV Berisikan Kontrak Cerdas	38
4.7	Pengecekan Kriteria Kelengkapan Source Code	39
4.8	Pemilihan Jenis ERC	40
4.9	Pengaturan Bobot Nilai pada Program bagian 1	41
4.10	Pengaturan Bobot Nilai pada Program bagian 2	42
4.11	Proses Evaluasi Kontrak Cerdas	44
5.1	Instalasi <i>library Python</i> dan pemuatan model pada program 1	70
5.2	Instalasi <i>library Python</i> dan pemuatan model pada program 2	71
5.3	Generasi kontrak cerdas dan ekstrak hasil menjadi .csv	71
5.4	Pemuatan .csv dan penandaan <i>keyword</i> pada kontrak cerdas 1	72
5.5	Pemuatan .csv dan penandaan <i>keyword</i> pada kontrak cerdas 2	73
5.6	Pemilihan jenis skenario ERC dan penentuan bobot nilai setiap kriteria 1	74
5.7	Pemilihan jenis skenario ERC dan penentuan bobot nilai setiap kriteria 2	75
5.8	Pemilihan jenis skenario ERC dan penentuan bobot nilai setiap kriteria 3	76
5.9	Proses <i>benchmarking</i> pada program 1	77
5.10	Proses <i>benchmarking</i> pada program 2	78
5.11	Proses <i>benchmarking</i> pada program 3	79
5.12	Proses <i>benchmarking</i> pada program 4	80
5.13	Proses <i>benchmarking</i> pada program 5	81
5.14	Proses <i>benchmarking</i> pada program 6	82
5.15	Proses <i>benchmarking</i> pada program 7	83
5.16	Proses <i>benchmarking</i> pada program 8	84
5.17	Proses <i>benchmarking</i> pada program 9	85
5.18	Proses <i>benchmarking</i> pada program 10	86
5.19	Proses <i>benchmarking</i> pada program 11	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Bimbingan	64
Lampiran 2. Lampiran Gambar	66
Lampiran 3. Lampiran Kode	70
Lampiran 4. Hasil Pengujian Turnitin	87



UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA