

**FINE-TUNING MODEL BAHASA LLAMA-2 UNTUK
TEXT-TO-SQL MENGGUNAKAN METODE QLORA**



SKRIPSI

Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

0000051653

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

**FINE-TUNING MODEL BAHASA LLAMA-2 UNTUK
TEXT-TO-SQL MENGGUNAKAN METODE QLORA**



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

0000051653

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

Nomor Induk Mahasiswa : 0000051653

Program studi : Sistem Informasi

Skripsi dengan judul:

FINE-TUNING MODEL BAHASA LLAMA-2 UNTUK TEXT-TO-SQL
MENGUNAKAN METODE QLORA

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.

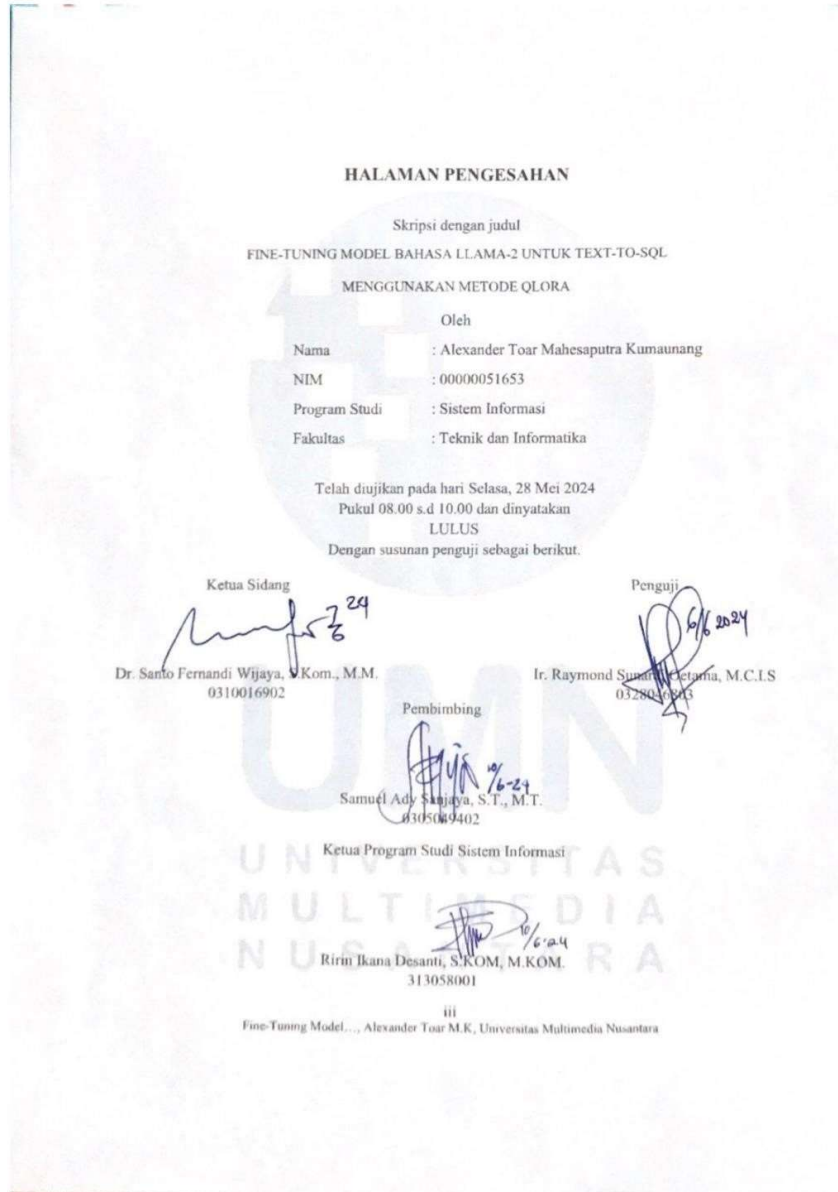
Tangerang, 15 Mei 2024



Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

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 PENGESAHAN



UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

Nomor Induk Mahasiswa : 00000051653

Program Studi : Sistem Informasi

Jenjang : S2 / S1 / D3

Judul Karya Ilmiah :

FINE-TUNING MODEL BAHASA LLAMA-2 UNTUK TEXT-TO-SQL
MENGUNAKAN METODE QLORA

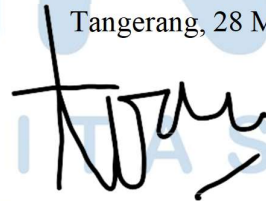
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia:

Memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya di repositori Knowledge Center, sehingga dapat diakses oleh Civitas Akademika/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial dan saya juga tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.

Saya tidak bersedia, dikarenakan:

Dalam proses pengajuan untuk diterbitkan ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) *.

Tangerang, 28 Mei 2024



Alexander Toar M.K

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI selama 6 bulan kedepan, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk diunggah ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa saya ucapkan karena atas berkat-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini merupakan hasil perjuangan saya sepanjang 4 tahun sebagai seorang mahasiswa program studi Sistem Informasi di Universitas Multimedia Nusantara ini. Saya juga ingin Mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ibu Ririn Ikana Desanti, S.Kom., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Samuel Ady Sanjaya, S.T., M.T., sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman yang saling mendukung dan saling membantu selama proses penelitian sehingga penelitian dapat terselesaikan

Semoga karya ilmiah ini dapat menjadi referensi baru mengenai topik seputar sistem informasi.

Tangerang, 15 Mei 2024


Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

***FINE-TUNING* MODEL BAHASA LLAMA-2 UNTUK *TEXT-TO-SQL* MENGUNAKAN METODE QLORA**

Alexander Toar Mahesaputra Kumauang

ABSTRAK

Data Managemen menjadi salah satu aspek penting di era digital ini. Memanfaatkan penggunaan LLM yang mampu men-generate kata-kata manusia menjadi query sql dapat membantu penyampaian informasi yang lebih mudah dipahami. Membuat model LLM yang mampu menjawab pertanyaan tersebut dilakukan dengan melakukan metode fine-tuning untuk memberikan model pemahaman terhadap konteks text-to-sql. Metode fine-tuning dilakukan dengan menggunakan metode QLoRA, sebuah metode kuantisasi weight parameter sehingga mengurangi penggunaan resources atau perangkat yang dibutuhkan. Proses ini menggunakan dataset sql-create-context yang berisi 10 ribu baris data yang di-format kedalam bentuk prompt template yang kemudian hasil format tersebut dijadikan sebagai dataset untuk melatih model. Latihan model dilakukan selama 3 jam dan menghasilkan sebuah model baru yang sudah dilatih menggunakan dataset tersebut. Penelitian ini melakukan fine-tuning model bahasa Llama-2 menggunakan 10 ribu data dengan satu epoch pelatihan. Evaluasi menunjukkan model berhasil menjawab 4 dari 5 pertanyaan, dengan akurasi kualitatif 80% dan kuantitatif 0.90. Metrik lain seperti precision 0.99, recall 0.89, F1-score 0.94, ROUGE-1 0.97, dan ROUGE-L 0.96 juga menunjukkan performa baik. Hasil ini membuktikan efektivitas fine-tuning dalam meningkatkan kemampuan model Llama-2 awal, khususnya dalam memahami dan menjawab pertanyaan.

Kata kunci: *Fine-Tuning*, Llama-2, LLM, *sql query*

LLAMA-2 MODEL FINE-TUNING FOR TEXT-TO-SQL TASK USING

QLORA METHOD

Alexander Toar Mahesaputra Kumaunang

ABSTRACT (English)

Data management has become increasingly crucial in the digital age. Leveraging the capabilities of large language models (LLMs) that can generate human-like text into SQL queries can facilitate more accessible information delivery. This research explores the development of an LLM model capable of answering natural language questions by employing fine-tuning techniques to enhance the model's understanding of text-to-SQL context. Fine-tuning is done using QLoRA method, a weight parameter quantization method that reduces the resources required. This process uses the sql-create-context dataset which contains 10,000 rows of data formatted into a template prompt which is then used as the dataset to train the model. The model training was done for 3 hours and resulted in a new model that has been trained using the dataset. This research fine-tuned the Llama-2 language model using 10,000 data points with one epoch of training. Evaluation showed the model successfully answered 4 out of 5 questions, with a qualitative accuracy of 80% and a quantitative accuracy of 0.90. Other metrics such as precision (0.99), recall (0.89), F1-score (0.94), ROUGE-1 (0.97), and ROUGE-L (0.96) also indicated good performance. These results demonstrate the effectiveness of fine-tuning in improving the capabilities of the initial Llama-2 model, particularly in understanding and answering questions.

Keywords: *Fine-Tuning, Llama-2, LLM, sql query*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT (English)</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Penelitian	5
1.4.2 Manfaat Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Tinjauan Teori.....	14
2.2.1 <i>SQL</i>	14
2.2.2 Large Language Model (LLM).....	17
2.3 Framework dan Model yang digunakan.....	19
2.3.1 Framework.....	19
2.3.2 Model LLM.....	21
2.3.3 Metode <i>Fine-Tuning</i>	21
2.4 Evaluasi	24
2.4.1 Accuracy.....	24

2.4.2	Recall	24
2.4.3	Precision	25
2.4.4	F1-Score.....	25
2.4.5	ROUGE Score.....	25
2.5	Teori tentang Tools / Software yang digunakan.....	26
2.5.1	Python.....	26
2.5.2	Google Colaboratory	26
2.5.3	HuggingFace	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Metode Penelitian	28
3.1.1	Alur Penelitian	30
3.1.2	Metode Pengembangan Sistem / Metode <i>Machine Learning</i>	32
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	35
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN.....		37
4.1	Business & Data Understanding	37
4.2	Data Preparation	39
4.3	Modeling.....	48
4.4	Evaluation	63
4.4.1	Model Komparasi.....	66
4.5	Hasil dan Diskusi.....	74
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Simpulan.....	80
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		88

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 TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 3. 1 Tabel perbandingan	28
Tabel 4. 1 Parameter QLoRA	52
Tabel 4. 2 Fine-tuning Training Loss	61
Tabel 4. 3 Perbandingan 2 Model	64
Tabel 4. 4 Training Loss Model B	64
Tabel 4. 5 Learning Rate Model B.....	66
Tabel 4. 6 Perbandingan hasil Query	67
Tabel 4. 7 Perbandingan Kemiripan Hasil	68
Tabel 4. 8 Akurasi berdasarkan test dataset	69
Tabel 4. 9 Akurasi,Precision,Recall, dan F1-Score.....	70
Tabel 4. 10 ROUGE Score	71
Tabel 4. 11 Perbandingan Model awal dengan Fine-tuned Model.....	73
Tabel 4. 12 Hasil query menggunakan database asli.....	75
Tabel 4. 13 Hasil Execute Query.....	76

UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR GAMBAR.

Gambar 2. 1 CRISP-ML Development Cycle	19
Gambar 2. 2 QLoRA Configuration	24
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	30
Gambar 4. 1 sql-create-context dataset	39
Gambar 4. 2 Llama-2 Prompt Template.....	39
Gambar 4. 3 Prompt Template SQL Query.....	40
Gambar 4. 4 Load Dataset.....	41
Gambar 4. 5 Splitting Dataset	41
Gambar 4. 6 Keseluruhan Dataset.....	42
Gambar 4. 7 Menghitung Token	43
Gambar 4. 8 Jumlah Token pada data Context.....	44
Gambar 4. 9 Jumlah Token pada data Question.....	44
Gambar 4. 10 Jumlah token pada data Answer	44
Gambar 4. 11 Jumlah Token keseluruhan data	45
Gambar 4. 12 Function Format Data.....	46
Gambar 4. 13 Tampilan 2 Data Sample	46
Gambar 4. 14 Mengambil 2 Data Sample	46
Gambar 4. 15 Hasil Formatting Data	47
Gambar 4. 16 Jumlah Token dari Formatted Text	48
Gambar 4. 17 Library yang digunakan.....	48
Gambar 4. 18 Fungsi yang digunakan.....	49
Gambar 4. 19 Model yang digunakan	49
Gambar 4. 20 Inisialisasi Token.....	50
Gambar 4. 21 Model Testing.....	50
Gambar 4. 22 Inisialisasi Model.....	51
Gambar 4. 23 Hasil Evaluasi Model	51
Gambar 4. 24 Konfigurasi QLoRA	52
Gambar 4. 25 Detail Model.....	54

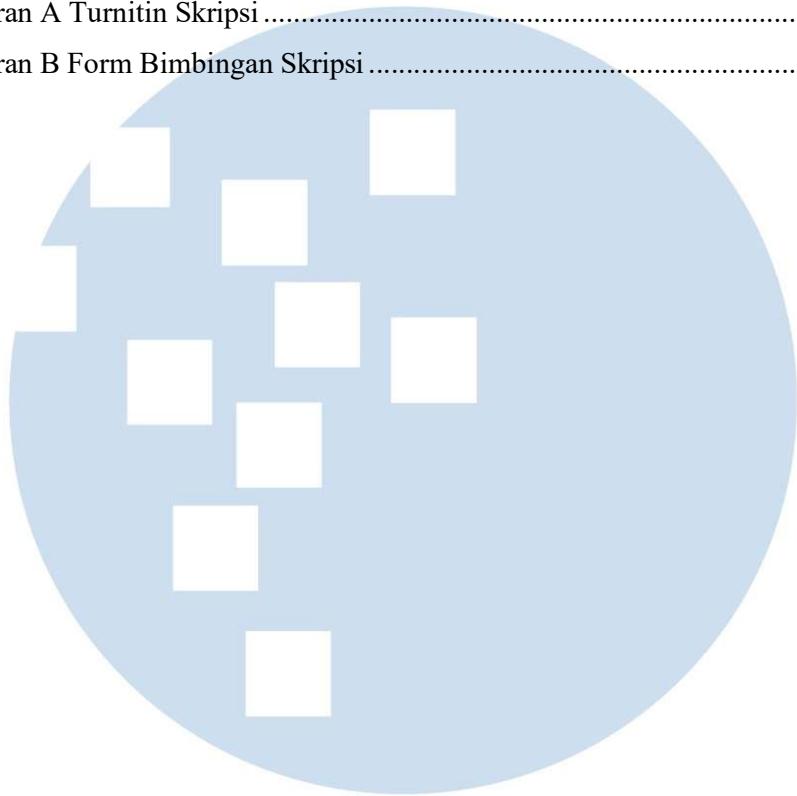
Gambar 4. 26 TrainingArgument	56
Gambar 4. 27 Training Argument	58
Gambar 4. 28 Inisialisasi TrainingArgument	59
Gambar 4. 29 Inisialisasi Training	60
Gambar 4. 30 Fine-Tuning dengan epoch	60
Gambar 4. 31 Training dengan 1 epoch	62
Gambar 4. 32 Train/Loss Model A	63
Gambar 4. 33 Train/Loss Model B.....	63
Gambar 4. 34 Learning Rate Model B	65
Gambar 4. 35 Pertanyaan 1	76
Gambar 4. 36 Pertanyaan 2	76
Gambar 4. 37 Pertanyaan 3	77
Gambar 4. 38 Pertanyaan 4	77
Gambar 4. 39 Pertanyaan 5	77
Gambar 4. 40 Pertanyaan 6	77
Gambar 4. 41 Pertanyaan 7	78
Gambar 4. 42 Pertanyaan 8	78
Gambar 4. 43 Pertanyaan 9	78

UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Turnitin Skripsi 88
Lampiran B Form Bimbingan Skripsi 89



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA