

BAB 3

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada proses *fine-tuning* LLM menggunakan data dari pedoman akademik Unjaya sebagai fondasi pengembangan *chatbot* akademik. Metodologi yang digunakan mengacu pada *Cross Industry Standard Process for Machine Learning with Quality Assurance* (CRISP-ML(Q)), yang terdiri dari enam tahapan yang meliputi *business and data understanding*, *data preparation*, *modeling*, *evaluation*, *deployment*, serta *monitoring and maintenance*. Setiap tahapan disesuaikan dengan ruang lingkup penelitian, yang mencakup proses *fine-tuning* model dan evaluasi kinerjanya.

3.1 BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

Bahan penelitian ini mencakup dataset percakapan berbasis instruksi yang digunakan untuk melatih dan menyesuaikan model LLM Mistral-7B-Instruct-v0.3, agar dapat merespons pertanyaan akademik secara relevan. Dataset disusun dari isi pedoman akademik yang diubah ke dalam bentuk interaksi percakapan antara pengguna (*user*) dan *chatbot* (*assistant*).

Format dataset mengikuti skema *Default Instruct* yang direkomendasikan oleh Mistral AI, yaitu percakapan yang disimpan dalam format JSON Lines (.jsonl). Setiap baris terdiri atas objek JSON yang memuat daftar pesan dengan atribut *role* dan *content*. Peran (*role*) dalam percakapan dibedakan menjadi “*user*” dan “*assistant*” (Mistral AI, n.d.). Dataset awal disusun dalam format CSV berisi pasangan pertanyaan dan jawaban, kemudian diproses dan dikonversi ke format .jsonl yang sesuai untuk proses *fine-tuning* LLM. Gambaran umum format dataset yang digunakan ditampilkan pada Gambar 3.1.

```

{
  "messages": [
    {
      "role": "user",
      "content": "User interaction n°1 contained in document n°2"
    },
    {
      "role": "assistant",
      "content": "Bot interaction n°1 contained in document n°2"
    },
    {
      "role": "user",
      "content": "User interaction n°2 contained in document n°1"
    },
    {
      "role": "assistant",
      "content": "Bot interaction n°2 contained in document n°1"
    }
  ]
}

```

Gambar 3.1 Format Dataset

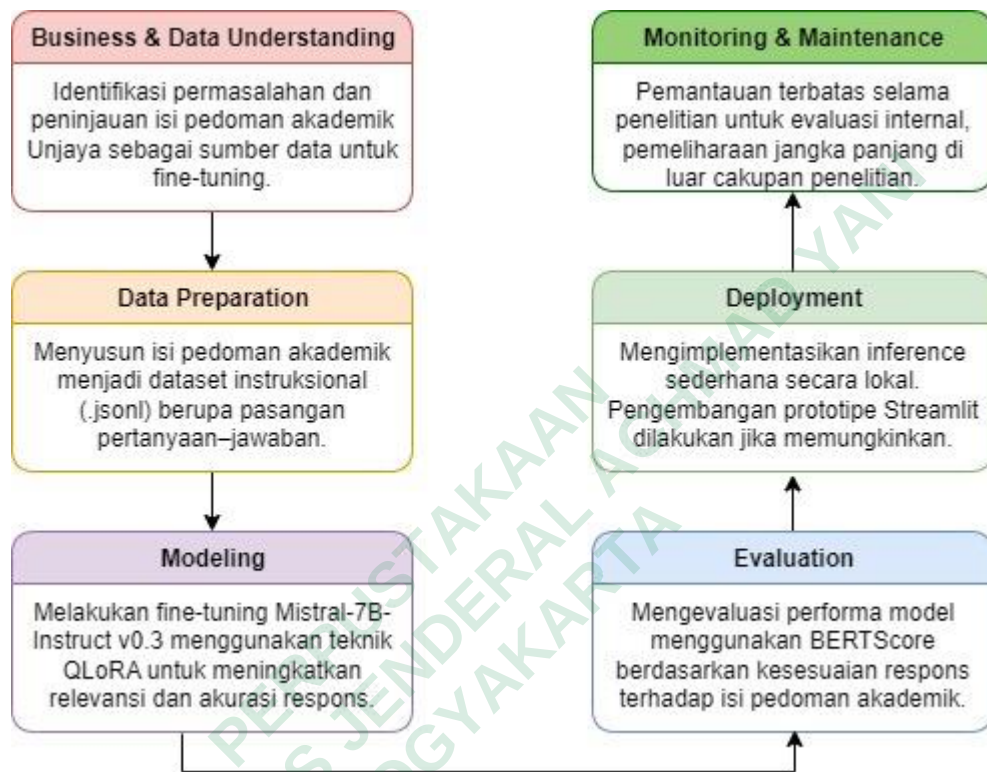
Penelitian ini menggunakan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung proses *fine-tuning* model Mistral-7B-Instruct-v0.3 pada domain pedoman akademik Unjaya. Rincian alat yang digunakan bersifat fleksibel dan dapat menyesuaikan kebutuhan eksperimen:

1. Sistem Operasi: Windows 10 Pro
2. Tools Pendukung: Google Spreadsheet (untuk penyusunan data)
3. Platform Pengembangan: Google Colaboratory(GPU T4) dan Kaggle (GPU NVIDIA Tesla T4 / P100).
4. Bahasa Pemrograman: Python
5. Model LLM: Mistral-7B-Instruct-v0.3
6. *Library & Framework*: PyTorch (pelatihan model), Hugging Face Transformers (akses model & *tokenizer*), bitsandbytes (*Quantization*), PEFT (parameter-efficient tuning), SFTTrainer, BERTScore (evaluasi hasil).
7. Streamlit: direncanakan sebagai prototipe antarmuka chatbot
8. Hugging Face Hub: untuk mengunggah model hasil fine-tuning
9. Weights & Biases (wandb): untuk memantau dan mencatat proses pelatihan

3.2 JALAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi *Cross Industry Standard Process for Machine Learning* (CRISP-ML) yang merupakan pengembangan dari *Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) (Studer et al., 2021).

Metode ini dipilih karena menyediakan pendekatan sistematis dan terstruktur untuk membangun sistem machine learning yang berkualitas tinggi, sehingga cocok untuk proyek fine-tuning model LLM seperti Mistral 7B Instruct. Visualisasi alur penelitian yang digunakan dalam studi ini ditampilkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Jalan Penelitian

Secara umum, penelitian ini terdiri dari enam tahap utama:

1. *Business and Data Understanding*

Tahap ini melibatkan identifikasi permasalahan institusional dalam penyampaian pedoman akademik, pemahaman terhadap konteks pedoman akademik di Unjaya, serta peninjauan pedoman tersebut sebagai sumber data utama dalam penyusunan dataset untuk fine-tuning LLM.

2. *Data Preparation*

Data dikumpulkan dari dokumen pedoman akademik, kemudian disusun menjadi format percakapan instruksional (*instruction dataset*) dalam format .jsonl, sesuai skema yang didukung model Mistral. Proses ini meliputi

ekstraksi konten, pembersihan data, serta penyusunan pasangan pertanyaan dan jawaban.

3. *Modeling*

Pada tahap ini dilakukan fine-tuning terhadap model Mistral-7B-Instruct v0.3 menggunakan dataset instruksional yang telah disusun. Model ini dipilih karena menawarkan keseimbangan optimal antara performa dan efisiensi sumber daya. Dibandingkan dengan model lain seperti LLaMA 2 13B, Mistral memiliki jumlah parameter lebih sedikit, namun tetap unggul dalam mengikuti instruksi, efisiensi inferensi, dan kualitas respons (Jiang et al., 2023), sehingga cocok untuk pengembangan *chatbot* akademik.

Untuk mendukung efisiensi pelatihan pada perangkat terbatas, digunakan teknik QLoRA, yaitu metode *fine-tuning* hemat memori yang menggabungkan kuantisasi 4-bit dan *adapter* LoRA. Teknik ini memungkinkan pelatihan model LLM secara optimal meskipun dengan keterbatasan GPU, tanpa mengorbankan akurasi (Dettmers et al., 2023). Dengan demikian, pelatihan tetap dapat dilakukan secara ringan dan terjangkau, misalnya di lingkungan seperti Google Colab atau Kaggle.

4. *Evaluation*

Mengevaluasi performa model hasil fine-tuning menggunakan metrik BERTScore, untuk menilai sejauh mana respons model relevan dan kontekstual terhadap pertanyaan berdasarkan pedoman akademik.

5. *Deployment*

Setelah model selesai dievaluasi, rencana *deployment* dilakukan dengan menjalankan *inference* secara lokal. Selain itu, pengembangan prototipe chatbot berbasis Streamlit direncanakan untuk mendukung interaksi pengguna melalui antarmuka yang lebih interaktif dan mudah diakses.

6. *Monitoring and Maintenance*

Tahap ini bersifat pengembangan lanjutan. Selama penelitian, pemantauan dilakukan secara terbatas untuk evaluasi internal, sedangkan pemeliharaan jangka panjang tidak menjadi fokus dalam lingkup penelitian ini.