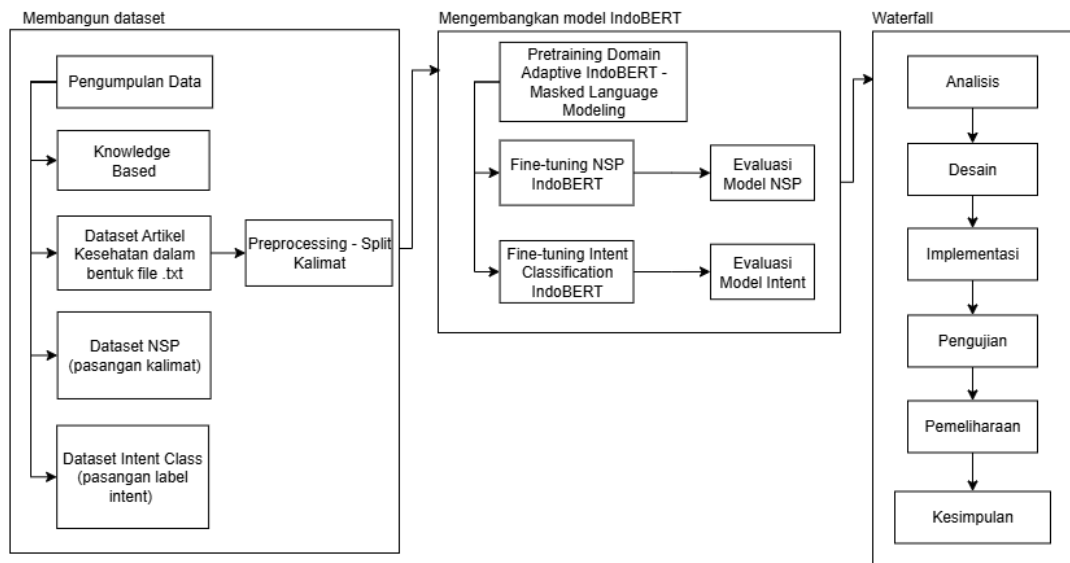


## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan gambaran besar dari penelitian yang akan dilakukan. Tujuan dari adanya desain penelitian adalah untuk mendapatkan gambaran penelitian yang akan dilakukan dan mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

##### 3.1.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil wawancara dengan dokter gigi untuk menyusun *knowledge base* yang memuat informasi gejala, tindakan awal, obat, pencegahan, komplikasi, dan subtopik lain terkait kesehatan gigi. Data sekunder berupa artikel kesehatan gigi berbahasa Indonesia digunakan untuk tahap pretraining *Masked Language Model* (MLM). Selain itu,

menyusun dataset *Next Sentence Prediction* (NSP) berupa pasangan kalimat keluhan pengguna dan deskripsi penyakit, serta dataset intent classification yang berisi pertanyaan lanjutan dengan berbagai kategori intent, seperti gejala, penyebab, tindakan awal, obat, dan pencegahan. Seluruh data kemudian diproses melalui tahap normalisasi, tokenisasi, serta pembagian data latih dan uji untuk mendukung pengembangan model chatbot.

### **1. Knowledge Based**

Selain tiga dataset utama, penelitian ini juga menyusun *Knowledge Base* (KB) sebagai sumber jawaban utama chatbot. KB ini dirancang secara terstruktur dengan ruang lingkup spesifik pada enam jenis penyakit gigi umum, yaitu karies gigi, gigi sensitif, gigi retak, gingivitis, pulpitis, dan abses gigi. Untuk setiap penyakit, informasi yang dihimpun dibatasi pada sembilan fitur utama, yaitu pengertian, gejala, penyebab, tindakan awal, obat, pencegahan, komplikasi, kebutuhan untuk menemui dokter, serta durasi pemulihan dan hal-hal yang harus dihindari. Penyusunan KB dilakukan melalui wawancara dengan dokter gigi serta literatur medis yang relevan agar konten yang dihasilkan tetap terjaga validitas dan akurasi. Selanjutnya, data tersebut diolah dan disusun dalam format JSON agar dapat diakses secara langsung oleh sistem chatbot. Dengan desain ini, chatbot memiliki basis pengetahuan yang jelas, terbatas namun komprehensif untuk domain kesehatan gigi sehingga mampu memberikan jawaban yang sesuai, konsisten, dan akurat kepada pengguna.

### **2. Dataset Artikel Kesehatan (MLM)**

Dataset MLM digunakan untuk melatih kembali model IndoBERT agar lebih memahami istilah dan pola kalimat yang spesifik pada domain kesehatan gigi. Dataset ini diperoleh dari kumpulan artikel kesehatan gigi yang dikumpulkan dari sumber terpercaya, seperti publikasi ilmiah, artikel kesehatan online, serta hasil wawancara dengan tenaga medis gigi. Artikel yang telah dikumpulkan kemudian diproses menjadi bentuk teks berformat .txt dengan total ribuan kalimat.

Nadhief Athallah Isya, 2025

**IMPLEMENTASI MODEL IndoBERT PADA CHATBOT KESEHATAN GIGI DENGAN ALGORITMA MASKED LANGUAGE MODEL DAN NEXT SENTENCE PREDICTION**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Selanjutnya *preprocessing* data dilakukan khusus untuk dataset artikel kesehatan gigi yang digunakan pada pretraining *Masked Language Model* (MLM). Proses ini dilakukan dengan memecah teks artikel menjadi unit kalimat, sehingga setiap baris pada dataset akhir merepresentasikan satu kalimat utuh. Pemrosesan ini dilakukan menggunakan teknik *regular expression* (*regex*) untuk mendeteksi tanda baca di akhir kalimat (*delimiter*), kemudian hasilnya disimpan ke file teks baru sebagai dataset terformat. Dengan cara ini, model dapat belajar memahami konteks kata dalam kalimat dengan lebih optimal. Sementara itu, dataset *Next Sentence Prediction* (NSP) dan *intent classification* disusun secara manual dan divalidasi oleh pakar, sehingga tidak memerlukan pra-pemrosesan lanjutan selain penyesuaian format penulisan kalimat agar tetap natural.

### 3. Dataset Pasangan Kalimat (NSP)

Dataset NSP digunakan untuk melatih model dalam mengenali hubungan antar kalimat, khususnya apakah sebuah kalimat merupakan lanjutan logis dari kalimat sebelumnya atau tidak. Penyusunan dataset ini tidak hanya bersumber dari artikel kesehatan gigi, tetapi juga melibatkan hasil wawancara dengan dokter gigi untuk memastikan konten kalimat sesuai dengan praktik komunikasi medis yang umum terjadi.

Proses penyusunan dilakukan dengan dua tahap. Pertama, kalimat-kalimat dari artikel maupun transkrip wawancara dipecah menjadi unit kalimat pendek. Kedua, kalimat-kalimat tersebut dipasangkan menjadi dua jenis data, yaitu pasangan kalimat berurutan (*IsNext*) yang mewakili hubungan logis antar kalimat, dan pasangan acak (*NotNext*) yang menggambarkan ketidaksesuaian hubungan. Dengan metode ini, dataset NSP diharapkan mampu merepresentasikan keterkaitan antar kalimat dalam percakapan kesehatan gigi, baik dari sisi teori (artikel) maupun praktik langsung (wawancara dokter gigi).

#### 4. Dataset Pasangan Label Intent (*Intent Class*)

Dataset Intent Classification dibangun untuk melatih model dalam mengenali maksud (intent) dari pertanyaan pengguna terhadap chatbot. Dataset ini berupa pasangan antara kalimat pertanyaan dengan label intent yang sesuai. Intent yang digunakan dalam penelitian ini disusun berdasarkan domain kesehatan gigi, seperti gejala, penyebab, pengobatan, pencegahan, dan komplikasi. Data ini diperoleh melalui kombinasi antara hasil wawancara dengan dokter gigi serta pemodelan pertanyaan yang umum diajukan pasien. Dengan adanya dataset intent ini, model dapat mengklasifikasikan pertanyaan pengguna ke dalam kategori yang relevan sehingga chatbot mampu memberikan jawaban yang lebih tepat sasaran.

##### 3.1.2. Pengembangan Model IndoBERT

Tahap ini menjelaskan proses pengembangan model chatbot berbasis IndoBERT dengan memanfaatkan teknik *Masked Language Model* (MLM) dan *Next Sentence Prediction* (NSP). Proses pengembangan terdiri dari tiga langkah utama, yaitu *preprocessing*, *training*, dan *evaluation*.

Dataset yang digunakan pada penelitian ini disusun secara khusus agar sesuai dengan domain kesehatan gigi. Data utama diperoleh melalui wawancara dengan dokter gigi untuk membuat knowledge base yang memuat jawaban terkait gejala, tindakan awal, obat, komplikasi, pencegahan, dan informasi lain yang relevan. Selain itu, peneliti juga menyusun dataset *Next Sentence Prediction* (NSP) berupa pasangan kalimat: keluhan pengguna (*sentence A*) dan deskripsi penyakit gigi (*sentence B*), serta dataset intent classification yang berisi variasi pertanyaan lanjutan dengan label intent seperti gejala, penyebab, tindakan awal, obat, komplikasi, dan pencegahan. Untuk mendukung tahap pretraining, data sekunder berupa artikel kesehatan gigi berbahasa Indonesia juga dikumpulkan dari sumber terpercaya.

### **1. *Pretraining Domain Adaptive IndoBERT Masked Language Model (MLM)***

Tahap pengembangan model dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan IndoBERT sebagai model bahasa utama. Proses ini diawali dengan pretraining domain-adaptive IndoBERT menggunakan teknik *Masked Language Modeling* (MLM). Tujuannya adalah menyesuaikan representasi bahasa IndoBERT dengan domain kesehatan gigi, sehingga model mampu memahami terminologi medis secara lebih baik. Pada tahap ini, dataset artikel kesehatan gigi dalam format teks digunakan sebagai korpus utama, kemudian dilakukan preprocessing berupa pemisahan kalimat agar sesuai dengan kebutuhan pelatihan.

### **2. *Finetuning IndoBERT Next Sentence Prediction (NSP)***

Tahap *fine-tuning Next Sentence Prediction* (NSP) pada IndoBERT bertujuan untuk melatih model dalam mengenali hubungan logis antara dua kalimat. Kemampuan ini sangat penting untuk mendukung mekanisme percakapan chatbot, khususnya dalam menentukan apakah suatu respons sesuai dengan pertanyaan atau konteks sebelumnya. Dataset NSP disusun dalam bentuk pasangan kalimat yang terdiri dari *positive pair* dan *negative pair*. *Positive pair* merupakan pasangan kalimat yang saling berhubungan secara logis dan berurutan, misalnya kalimat “Karies gigi adalah kerusakan pada gigi” diikuti dengan “Gejalanya biasanya berupa lubang kecil atau rasa sakit saat mengunyah.” Sebaliknya, *negative pair* merupakan pasangan kalimat yang tidak berhubungan, misalnya kalimat “Karies gigi adalah kerusakan pada gigi” diikuti dengan “Gingivitis dapat menyebabkan gusi berdarah.” Jumlah *positive* dan *negative pair* dijaga tetap seimbang agar model tidak bias terhadap salah satu kelas.

Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik klasifikasi biner. Nilai *accuracy* digunakan untuk mengukur persentase prediksi benar, sementara metrik *precision*, *recall*, dan *F1-score* digunakan untuk mengetahui sejauh mana model dapat mengenali pasangan kalimat yang benar maupun salah secara seimbang. Selain itu,

*confusion matrix* juga digunakan untuk menganalisis distribusi kesalahan prediksi model, seperti berapa banyak pasangan kalimat benar yang salah diklasifikasikan sebagai tidak berhubungan.

Melalui tahap ini, IndoBERT yang telah melalui *pretraining* pada domain kesehatan gigi menjadi lebih terlatih dalam memahami hubungan antar-kalimat. Dengan demikian, chatbot dapat lebih akurat dalam menentukan apakah jawaban dari *knowledge base* relevan dengan pertanyaan pengguna, sehingga percakapan terasa lebih natural, konsisten, dan kontekstual.

### **3. Finetuning IndoBERT Intent Classification**

Tahap *fine-tuning* intent classification pada IndoBERT bertujuan untuk melatih model dalam mengenali maksud atau tujuan dari pertanyaan pengguna. Kemampuan ini sangat penting bagi chatbot agar dapat mengklasifikasikan pertanyaan ke dalam kategori tertentu, seperti pengertian, gejala, penyebab, tindakan awal, obat, pencegahan, komplikasi, kebutuhan menemui dokter, serta durasi pemulihan dan hal-hal yang harus dihindari. Dengan adanya klasifikasi intent, chatbot dapat memilih informasi yang relevan dari *knowledge base* dan memberikan jawaban yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Dataset intent classification yang digunakan terdiri dari pasangan kalimat dan label intent. Setiap kalimat pertanyaan pengguna dipasangkan dengan label yang mewakili maksud pertanyaan tersebut. Misalnya, pertanyaan “Apa penyebab karies gigi?” diberi label *penyebab*, sedangkan “Bagaimana cara mencegah gingivitis?” diberi label *pencegahan*. Dengan demikian, model dapat belajar mengenali pola bahasa yang menunjukkan kategori informasi tertentu. Dataset kemudian dibagi ke dalam data latih, validasi, dan uji untuk memastikan model dapat melakukan generalisasi dengan baik.

Evaluasi model intent classification dilakukan dengan menggunakan metrik klasifikasi multi-kelas. Nilai *accuracy* digunakan untuk melihat persentase klasifikasi

Nadhief Athallah Isya, 2025

IMPLEMENTASI MODEL IndoBERT PADA CHATBOT KESEHATAN GIGI DENGAN ALGORITMA MASKED LANGUAGE MODEL DAN NEXT SENTENCE PREDICTION

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

yang benar, sementara metrik *precision*, *recall*, dan *F1-score* dihitung untuk setiap kelas intent guna mengetahui performa model secara lebih detail. Selain itu, *macro average* dan *weighted average* dari F1-score juga diperhitungkan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja model pada semua kelas intent. Hasil evaluasi ini membantu memastikan bahwa model tidak hanya unggul pada kelas tertentu, tetapi juga mampu mengenali seluruh kategori intent secara seimbang.

Dengan tahap ini, IndoBERT menjadi lebih terlatih dalam memahami maksud pertanyaan pengguna. Hal ini memungkinkan chatbot untuk merespons pertanyaan dengan tepat berdasarkan intent yang terdeteksi, sehingga jawaban yang diberikan tidak hanya relevan tetapi juga sesuai dengan kebutuhan informasi pengguna. Dengan demikian, *fine-tuning* intent classification berperan sebagai inti dari kemampuan chatbot dalam mendukung percakapan yang efektif dan informatif pada domain kesehatan gigi.

### 3.1.3. Penerapan Metode *Waterfall*

Metode pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan pendekatan *Waterfall*, yang terdiri dari beberapa tahap berurutan mulai dari analisis, desain, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Berikut adalah rincian tahapan yang diterapkan dalam penelitian ini:

#### 1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem yang meliputi kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Kebutuhan fungsional mencakup fitur-fitur utama yang harus tersedia, seperti autentikasi pengguna, input keluhan gigi, diagnosis penyakit berbasis model *Next Sentence Prediction* (NSP), tanya jawab subtopik melalui intent classification, pengambilan jawaban dari knowledge base, penyimpanan riwayat percakapan, pengelolaan riwayat, pembuatan rekam medis digital, serta ekspor rekam medis dalam format PDF.

Kebutuhan non-fungsional meliputi kinerja sistem yang responsif, ketersediaan sistem 24 jam, privasi dan keamanan data pengguna, skalabilitas untuk menangani banyak pengguna secara bersamaan, kemudahan akses di berbagai perangkat, serta keandalan model NLP dalam memberikan jawaban yang akurat.

## 2. Desain

Tahap desain merupakan bagian penting dalam pengembangan sistem karena menentukan bagaimana arsitektur sistem akan dibangun dan diimplementasikan. Desain sistem mencakup berbagai aspek teknis yang saling terintegrasi untuk memastikan fungsionalitas chatbot berjalan sesuai tujuan. Dalam penelitian ini, desain sistem meliputi empat komponen utama: flowchart sistem, desain antarmuka pengguna, desain basis data, dan perancangan model chatbot berbasis NLP. Setiap bagian dirancang secara sistematis agar mampu mendukung proses interaksi pengguna secara efektif, mulai dari input awal hingga pembuatan rekam medis. Penjabaran lebih lanjut mengenai masing-masing komponen desain dijelaskan pada uraian berikut.

1. Flowchart sistem chatbot menggambarkan keseluruhan alur kerja mulai dari pengguna melakukan login, menginput keluhan atau pertanyaan, hingga sistem memproses input melalui pipeline NLP yang mencakup model Next Sentence Prediction (NSP) untuk mendeteksi penyakit, dan intent classification untuk mengidentifikasi subtopik pertanyaan. Flowchart juga menjelaskan bagaimana sistem mengambil jawaban yang relevan dari knowledge base, menyimpan percakapan ke database, serta menghasilkan rekam medis digital yang dapat diunduh pengguna dalam format PDF.
2. Desain Antarmuka Pengguna (UI), Antarmuka dirancang agar sederhana dan intuitif sehingga pengguna bisa dengan mudah mengajukan pertanyaan dan menerima jawaban. Perancangan desain UI mencakup wireframe

halaman registrasi, login, percakapan baru, serta riwayat konsultasi, dengan antarmuka yang intuitif dan responsif.

3. Desain Database, Database yang akan digunakan adalah MySQL yang terdiri dari empat tabel utama yaitu *users*, *chat\_histories*, *chat\_messages*, dan *diagnosis\_logs*.
  - a. Tabel *users* digunakan untuk menyimpan informasi akun pengguna, meliputi atribut seperti *id* (*primary key*), *name*, *email*, *password*, *refresh\_token*, *role*, serta *createdAt* dan *updatedAt* sebagai penanda waktu pembuatan dan pembaruan data.
  - b. Tabel *chat\_histories* menyimpan data setiap riwayat sesi konsultasi. Setiap riwayat terhubung dengan *userId* yang merupakan foreign key dari tabel *users*. Atribut lain pada tabel ini mencakup *title* untuk judul sesi percakapan, penyakit untuk hasil diagnosis, serta *createdAt* dan *updatedAt*.
  - c. Tabel *chat\_messages* berfungsi menyimpan detail percakapan antara pengguna dengan chatbot dalam satu sesi konsultasi. Tabel ini memiliki *chatHistoryId* sebagai foreign key yang merujuk ke *chat\_histories*. Atributnya meliputi *sender* (menunjukkan pesan dikirim oleh user atau bot), *message* untuk isi percakapan, serta *createdAt* dan *updatedAt*.
  - d. Tabel *diagnosis\_logs* menyimpan catatan hasil diagnosis detail berdasarkan setiap pesan. Tabel ini memiliki *chatHistoryId* untuk menghubungkan log dengan riwayat konsultasi, dan *messageId* untuk merujuk ke pesan terkait. Atribut lain di antaranya penyakit dan subtopik yang dihasilkan model NLP, serta *createdAt* dan *updatedAt*.

Relasi antar tabel pada database ini dirancang agar saling terhubung secara terstruktur. Satu pengguna (*users*) dapat memiliki banyak riwayat

konsultasi (*chat\_histories*), sedangkan setiap riwayat konsultasi dapat memuat banyak pesan percakapan (*chat\_messages*). Selain itu, setiap riwayat konsultasi juga dapat memiliki banyak log diagnosis (*diagnosis\_logs*) yang masing-masing terhubung dengan pesan tertentu dalam percakapan. Dengan rancangan relasi ini, sistem dapat merekam riwayat interaksi dan hasil analisis secara detail, mendukung penelusuran data, pembuatan rekam medis digital, serta pengelolaan riwayat konsultasi pengguna secara personal dan berkelanjutan.

### 3. Implementasi Integrasi

Pada tahap implementasi, hasil desain sistem direalisasikan ke dalam bentuk aplikasi web dengan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi.

1. Implementasi antarmuka pengguna dilakukan menggunakan React JS dengan bantuan *toolchain* Vite dan komponen Material UI. Antarmuka dirancang agar bersifat responsif, mudah diakses dari berbagai perangkat, dan mendukung interaksi percakapan yang intuitif. Komponen UI mencakup halaman registrasi, login, input keluhan, area percakapan chatbot, serta fitur pengelolaan riwayat konsultasi dan unduh rekam medis.
2. Implementasi *backend server* dan basis data menggunakan Node.js dengan framework Express JS untuk menangani permintaan dari pengguna, otorisasi, serta manajemen data. Data pengguna, riwayat percakapan, hasil diagnosis, dan rekam medis disimpan dalam *database* MySQL, yang diatur melalui ORM Sequelize agar pengelolaan data lebih terstruktur, aman, dan efisien.
3. Implementasi model chatbot dilakukan dengan membuat Flask API (Python) yang menjadi jembatan antara *backend server* dan model NLP. Komponen ini bertanggung jawab untuk memproses input teks dari

pengguna melalui pipeline model IndoBERT yang telah dilatih menggunakan *Masked Language Model* (MLM), *Next Sentence Prediction* (NSP), dan intent classification. Hasil dari model ini berupa prediksi penyakit atau intent pertanyaan lanjutan yang kemudian digunakan untuk mengambil jawaban dari *knowledge base*.

4. Integrasi antar komponen sistem mencakup penghubungan antara antarmuka frontend, backend server, basis data, Flask API, dan *knowledge base* JSON. Semua komponen diatur agar berjalan secara sinkron, sehingga pengguna dapat melakukan percakapan, menerima jawaban diagnosis, mengajukan pertanyaan lanjutan, serta melihat dan mengunduh riwayat konsultasi dalam satu alur kerja yang utuh.

#### 4. Pengujian (Testing)

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai kebutuhan fungsional maupun non-fungsional, serta jawaban medis yang diberikan chatbot dapat dipertanggungjawabkan.

Fungsional testing (*black-box*) dilakukan untuk menguji semua fitur aplikasi dari perspektif pengguna, tanpa melihat struktur kode di dalamnya. Pengujian ini mencakup skenario registrasi akun, login, input keluhan gigi, diagnosis penyakit menggunakan model *Next Sentence Prediction* (NSP), percakapan FAQ dengan *intent classification*, penyimpanan riwayat percakapan, hingga pembuatan dan pengunduhan rekam medis digital. Setiap skenario diuji untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai yang direncanakan tanpa error.

Non-fungsional testing, yang meliputi *load test* dan *stress test*, dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam menangani beban pengguna secara bersamaan. *Load test* bertujuan memastikan sistem tetap responsif saat diakses oleh banyak pengguna dalam kondisi normal, sedangkan *stress test* dilakukan untuk mengetahui

Nadhief Athallah Isya, 2025

IMPLEMENTASI MODEL IndoBERT PADA CHATBOT KESEHATAN GIGI DENGAN ALGORITMA MASKED LANGUAGE MODEL DAN NEXT SENTENCE PREDICTION

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

batas maksimum kapasitas sistem sebelum terjadi penurunan performa. Uji ini penting untuk mengukur kemampuan infrastruktur server, terutama pada komponen *backend Express*, *database MySQL*, dan proses inferensi model NLP melalui Flask API.

Validasi pakar ahli dokter gigi dilakukan untuk menilai kualitas jawaban chatbot dari aspek relevansi medis, kejelasan bahasa, kesesuaian dengan kaidah praktik kesehatan gigi, serta kelengkapan informasi yang diberikan. Validasi ini menggunakan instrumen penelitian berupa kuesioner dengan skala Likert 1–5, yang disusun berdasarkan landasan (Budiaji, 2013) dan (Joshi dkk, 2015). Keduanya menegaskan bahwa skala Likert dapat diperlakukan sebagai skala interval, sehingga skor total dapat dirata-rata untuk mempermudah penafsiran. Instrumen penilaian validasi pakar disusun dengan empat aspek utama, yaitu:

1. Relevansi isi jawaban: Apakah jawaban chatbot sesuai dengan konteks pertanyaan dan kebutuhan informasi pengguna.
2. Kejelasan kalimat: Apakah jawaban disusun dengan bahasa yang mudah dipahami pasien awam.
3. Kesesuaian medis: Apakah jawaban sesuai dengan standar praktik kesehatan gigi yang benar.
4. Kelengkapan informasi: Apakah jawaban memuat informasi penting secara utuh, tidak menyesatkan, dan mencukupi sebagai referensi awal.

Setiap aspek dinilai dengan skala Likert **1–5**, dengan kategori:

1. 1 = Sangat Tidak Setuju
2. 2 = Tidak Setuju
3. 3 = Netral
4. 4 = Setuju
5. 5 = Sangat Setuju

Format instrumen ini mengacu pada contoh skala Likert yang ditunjukkan pada Gambar 3.2, diadaptasi dari (Joshi dkk, 2015).

Nadhief Athallah Isya, 2025

**IMPLEMENTASI MODEL *IndoBERT* PADA CHATBOT KESEHATAN GIGI DENGAN ALGORITMA MASKED LANGUAGE MODEL DAN NEXT SENTENCE PREDICTION**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

| Items                                                                                                                                        | SD | D | N | A | SA |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|----|
| 1. Lectures are usually dominated with monologue without revealing the application of what is being taught.                                  | 1  | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 2. The information provided in lecture is very much textual and can be retrieve easily though text book.                                     | 1  | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 3. Lectures usually fail to generate curiosity and further motivation to know more about the topic                                           | 1  | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 4. I would like to spend time in self directed reading owing to the opportunity of control on pace and choices of learning                   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 5. I would like to attend Small Group Teaching (SGT) session owing to the opportunity of more interaction and liveliness of the environment. | 1  | 2 | 3 | 4 | 5  |

Gambar 3.2 Skala Likert Joshi dkk (2015)

Penelitian ini menyesuaikan format tersebut agar relevan untuk validasi jawaban chatbot, dengan rentang interpretasi skor:

1. 4,21–5,00 = Sangat Baik
2. 3,41–4,20 = Baik
3. 2,61–3,40 = Cukup
4. 1,81–2,60 = Kurang
5. 1,00–1,80 = Sangat Kurang

Hasil penilaian pakar akan dianalisis secara deskriptif dan menjadi dasar perbaikan jawaban chatbot jika diperlukan.

## 5. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Tahap pemeliharaan (*maintenance*) merupakan tahapan akhir dalam metode pengembangan *Waterfall* yang dilakukan setelah sistem diimplementasikan dan diuji. Pada tahap ini, kegiatan difokuskan pada perawatan, perbaikan, serta pembaruan sistem agar tetap dapat berjalan dengan baik sesuai kebutuhan pengguna.

### 3.1.5. Kesimpulan

Pada tahap akhir ini, setelah menyelesaikan semua tahapan sebelumnya, peneliti mengambil kesimpulan dan memberikan saran yang dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya yang terkait dengan bidang yang diteliti dalam penelitian ini.

## 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

### 3.2.1. Alat Penelitian

Dalam penelitian ini, alat yang digunakan untuk mendukung proses pengembangan sistem chatbot kesehatan gigi adalah sebagai berikut:

#### A. Perangkat Keras

- a. Processor Intel Core i9-11900H
- b. RAM 16 GB
- c. SSD 512GB
- d. Monitor resolusi 1920 x 1080
- e. Perangkat Keyboard dan Mouse

#### B. Perangkat Lunak

- a. Sistem Operasi Windows 11
- b. Browser Google Chrome / Microsoft Edge
- c. Code Editor Visual Studio Code
- d. Framework Frontend: React JS dengan toolchain Vite
- e. Framework Backend: Node.js dengan Express JS
- f. ORM Sequelize untuk pengelolaan basis data
- g. Database Management System: MySQL
- h. Flask (Python) untuk implementasi model NLP
- i. Flowchart Tool: Draw.io

#### C. Library

- a. Transformers (transformers): untuk IndoBERT, model NSP, intent classification.

- b. Torch (torch): menjalankan model deep learning (PyTorch).
- c. NumPy (numpy): operasi numerik.
- d. Pandas (pandas): olah data dan struktur tabular (misalnya dataset knowledge base).
- e. scikit-learn (sklearn): evaluasi (accuracy, confusion matrix, dsb).
- f. re (regular expression): preprocessing teks.
- g. Matplotlib / Seaborn: visualisasi (akurasi, loss, dsb).

### 3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan meliputi dataset artikel kesehatan gigi berbahasa Indonesia untuk tahap pretraining *Masked Language Model* (MLM), dataset pasangan kalimat keluhan dan deskripsi penyakit gigi untuk pelatihan model *Next Sentence Prediction* (NSP), serta dataset pertanyaan lanjutan yang dikategorikan ke dalam beberapa intent untuk mendukung pelatihan intent classification. Peneliti juga memanfaatkan hasil wawancara dengan dokter gigi sebagai sumber data primer untuk menyusun knowledge base berisi jawaban yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.