

**RANCANG BANGUN CHATBOT INTERAKTIF UNTUK MENDUKUNG
PEMBELAJARAN *NAHWU* BERBASIS *NATURAL LANGUAGE
PROCESSING* DAN *RULE BASED GRAMMAR***

SKRIPSI

Oleh :
AZIZATUL MUNAWAROH
NIM. 220605110046



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**RANCANG BANGUN CHATBOT INTERAKTIF UNTUK MENDUKUNG
PEMBELAJARAN NAHWU BERBASIS NATURAL LANGUAGE
PROCESSING DAN RULE BASED GRAMMAR**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:
AZIZATUL MUNAWAROH
NIM. 220605110046

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN CHATBOT INTERAKTIF UNTUK MENDEKUNG
PEMBELAJARAN NAHWU BERBASIS NATURAL LANGUAGE
PROCESSING DAN RULE BASED GRAMMAR**

SKRIPSI


Oleh :
AZIZATUL MUNAWAROH
NIM. 220605110046

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 10 April 2026

Pembimbing I,


Prof. Dr. Suhartono S.Si M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Pembimbing II,


A'la Syaqui, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Supriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN CHATBOT INTERAKTIF UNTUK Mendukung PEMBELAJARAN NAHWU BERBASIS NATURAL LANGUAGE PROCESSING DAN RULE BASED GRAMMAR

SKRIPSI

Oleh :
AZIZATUL MUNAWAROH
NIM. 220605110046

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 27 April 2026

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Prof. Dr. Ir. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

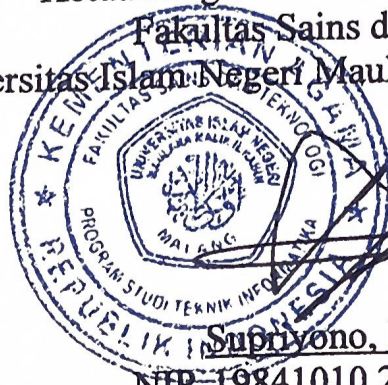
Anggota Penguji I : Okta Qomaruddin Aziz, M.Kom
NIP. 19911019 201903 1 013

Anggota Penguji II : Prof. Dr. Suhartono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Anggota Penguji III : A'la Syauqi, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

(
(
(
(

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Supriyono, M. Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azizatul Munawaroh
NIM : 220605110046
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Chatbot Interaktif untuk Mendukung Pembelajaran Nahwu Berbasis *Natural Language Processing* dan *Rule Based Grammar*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 27 April 2026

Yang membuat pernyataan,



Azizatul Munawaroh

NIM.220605110046

MOTTO

“Be the best version of yourself”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi ini.

Dengan penuh rasa syukur, penulis persembahkan kepada:

Orang tua saya,

Yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan kasih sayang yang tiada henti dan tak terhitung nilainya.

Adek saya,

Yang dengan doa dan perhatiannya menjadi penguat dalam setiap perjuangan.

Seluruh keluarga besar,

Atas segala doa, dukungan dan kekuatan yang diberikan selama perjalann ini.

Dosen pembimbing dan penguji,

Atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.

Teman-teman seperjuangan,

Yang telah menemani, mendukung, dan berbagi cerita dalam setiap proses perjalanan ini.

Diri Sendiri,

Yang telah bertahan, berjuang, dan terus melangkah hingga sampai di titik ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah Swt atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Chatbot Interaktif untuk Mendukung Pembelajaran Nahwu Berbasis *Natural Language Processing* dan *Rule Based Grammar* ” secara lancar dan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat pertolongan dan izin-Nya, meskipun dalam prosesnya penulis menghadapi berbagai dinamika, khususnya pada tahap akhir pengerjaan, yang menuntut penulis untuk membagi fokus, menyesuaikan diri dengan tanggung jawab baru, serta menghadapi berbagai situasi yang cukup menguji kesabaran dan keteguhan hati.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari kegelapan menuju cahaya Islam yang penuh dengan rahmat, petunjuk, dan kedamaian.

Skripsi ini merupakan perjalanan yang sarat dengan tantangan, proses pendewasaan, serta pembelajaran yang berharga. Penyelesaian tentu tidak terlepas dari dukungan, motivasi, semangat, serta bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, [M.Si.](#), CAHRM., CRMP., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Supriyono, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Suhartono [S.Si](#) M.Kom selaku pembimbing 1 dan Bapak A'la Syauqi, M.Kom yang sudah mengarahkan dan memberi saran untuk setiap kekurangan dari skripsi penulis .
5. Prof. Dr. Ir. Muhammad Faisal, M.T., selaku ketua penguji dan Bapak Okta Qomaruddin Aziz, M.Kom., selaku dosen penguji I yang telah menguji dan memberikan saran dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Dr. Ririen Kusumawati, [S.Si](#), M.Kom selaku dosen pembimbing yang sudah membimbing penulis dari awal perkuliahan hingga di tahap ini.k
7. Nia Faricha S, Si., selaku admin Program Studi Teknik Informatika yang dengan penuh kesabaran senantiasa memberikan informasi dan membantu kelancaran proses administrasi.
8. Segenap dosen dan staf akademik Program Studi Teknik Informatika atas ilmu yang diberikan selama masa studi.
9. Teruntuk duniaku Ibu Kusmiyati, terima kasih atas doa yang tak pernah putus, cinta yang tak pernah lelah, dan dukungan yang selalu menguatkan langkahku. Dalam setiap proses dan perjuangan, doa Ibu menjadi cahaya yang menuntun Aziza hingga sampai di titik ini. Skripsi ini Aziza persembahkan sebagai bentuk terima kasih dan bakti, dengan harapan bisa membuat Ibu bangga, Love u Ibuk.

10. Teruntuk cinta pertamanya Aziza yakni Bapak Marsono, yang mengajarkan arti keteguhan dan tanggung jawab. Melalui bimbingan, arahan, dukungan yang tak pernah terhitung, Bapak menjadi sandaran dan tempat cerita dalam setiap langkah perjuangan Aziza. Skripsi ini Aziza persembahkan sebagai wujud terima kasih, dengan harapan dapat membuat Bapak bangga. Zizah sayang Bapak.
11. Teruntuk adik kecilku, Arga Dwi Atmaja. Canda tawamu, tingkah usil mu, dan caramu menghadirkan bahagia selalu menemani mbak, meski hanya lewat cerita dan doa. Adek adalah penguat di tengah lelah, pengingat bahwa ada rumah yang selalu menunggu. Terima kasih sudah tumbuh menjadi adik yang membanggakan. Semoga jarak ini kelak hanya menjadi cerita, dan kamu terus melangkah dengan ceria menggapai mimpi-mimpimu. Doa mbak selalu menyertai setiap langkahmu sayangkuu.
12. Lembaga TPQ Nurul Huda, terima kasih telah menjadi tempat belajar yang mengajarkan banyak hal tentang makna pengabdian, kesabaran, dan kebersamaan. Meski di dalam perjalanannya tak lepas dari drama. Terima kasih untuk seluruh pengajar yang telah menjadi partner yang seru, meski kadang menjengkelkan namun selalu menghadirkan cerita yang layak dikenang. Semoga suatu hari kita bisa bertemu kembali, membawa kisah-kisah bahagia dari perjalanan masing-masing. Dan untuk seluruh santri Nurul Huda, terima kasih telah memberikan saya pelajaran tentang kesabaran dan ketulusan. Menjadi tempat belajar saya untuk menjadi seorang “Ibu”,

tetaplah tumbuh menjadi anak-anak sholeh dan sholehah yang bermanfaat, serta mampu membanggakan orang-orang tersayang kalian.

13. Penghuni kontrakkan NH yang isinya manusia-manusia gila, terlalu banyak cerita dan drama yang kita lewati bersama. Kalian adalah manusia-manusia yang akan selalu aku ingat ketika kata “Malang” diucapkan. Sukses selalu teman-teman, doa terbaik untuk kalian semua.
14. Saudara Teknik Informatika khususnya INFINITY '22 yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik serta senantiasa saling mendukung.
15. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas bantuannya selama masa studi berlangsung.
16. Diri sendiri atas setiap langkah kecil yang terus dijalani dengan usaha dan doa hingga sampai di titik ini.

Malang, 20 Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
مستخلص البحث	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II STUDI PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait	8
2.2 Ilmu Nahwu	12
2.3 Chatbot	13
2.4 <i>Natural Language Processing (NLP)</i>	14
2.5 <i>Rule Based Grammar</i>	15
2.6 TF-IDF	16
2.7 <i>Cosine Similarity</i>	17
2.8 <i>Jaccard Similarity</i>	18
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	20
3.1 Desain Penelitian	20
3.2 Pengumpulan Data	21
3.2.1 Sumber Data	22
3.2.2 Format Data	22
3.2.2 Pemrosesan Data	25
3.3 Desain Sistem	27
3.3.1 Desain Web Berbasis Flask	30
3.3.2 Preprocessing Data	31
3.3.2 Modul Pertanyaan FAQ	33
3.3.4 Integrasi modul dan alur kontrol	48
3.4 Evaluasi Sistem	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Implementasi Desain Sistem	56
4.1.1 Implementasi Modul FAQ Nahwu	58

4.1.2 Implementasi Modul Irab Engine	63
4.2 Implementasi Tampilan User Interface	67
4.3 Pengujian	67
4.3.1 Pengujian akurasi sistem	68
4.3.2 Pengujian SUS	83
4.4 Integrasi Islam	86
4.4.1 <i>Muamalah Ma'a Allah</i>	86
4.4.2 <i>Muamalah Ma'an An-Nas</i>	87
4.4.3 <i>Muamalah Ma'a Al-Bi'ah</i>	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur desain penelitian	21
Gambar 3.2 Dataset format JSON	27
Gambar 3.3 <i>Activity</i> Diagram	29
Gambar 3. 5 Desain sistem FAQ	33
Gambar 3.6 Desain sistem Analisis I'rab	39
Gambar 4.1 Source code ekstraksi fitur dengan TF-IDF	59
Gambar 4.2 Implementasi Cosine Similarity pada vektor TF-IDF	59
Gambar 4.3 Hasil pencarian ketika input sesuai dataset	62
Gambar 4.5 Implementasi struktur dataset berannotasi JSON	64
Gambar 4.6 Source code analisis morfologi berbasis rule-based grammar	65
Gambar 4.7 Hasil analisis ketika input kata ditemukan dalam dataset	66
Gambar 4.9 Implementasi user interface	67
Gambar 4.11 Grafik perbandingan threshold statis dan dinamis	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terkait	10
Tabel 3.1 Preprocessing data	33
Tabel 3.2 Hasil perhitungan TF-IDF	36
Tabel 3.3 Dataset	43
Tabel 3.4 Input dan Output	47
Tabel 3.5 Pertanyaan evaluasi SUS	55
Tabel 4.1 Hardware Requirement	56
Tabel 4.2 Software Requirement	57
Tabel 4.3 Hasil pengujian nilai <i>threshold</i>	60
Tabel 4.4 Pertanyaan uji coba chatbot beserta jawaban dan referensi	69
Tabel 4.5 Hasil pengujian panjang TF-IDF dan Cosine	72
Tabel 4.6 Hasil uji coba analisis kata	78
Tabel 4.7 Bobot penilaian kesesuaian hasil analisis chatbot	80
Tabel 4.8 Hasil chatbot untuk analisis kalimat	81
Tabel 4.9 Hasil kuisioner responden terhadap sistem	84
Tabel 4.10 Perhitungan hasil kuisioner	84

DAFTAR SIMBOL

Lambang Romawi

<i>Lambang</i>	<i>Kuantitas</i>	<i>Satuan</i>
t	<i>Term</i> (kata)	-
d	<i>Document</i>	-
$f_{k,d}$	Frekuensi kemunculan kata ke- k dalam dokumen d	-
$f_{t,d}$	Total jumlah kata dalam dokumen d	-
TF (t,d)	<i>Term Frequency</i>	-
n	Ketebalan materi	-
N	Jumlah total dokumen	-
$df(t)$	<i>Document Frequency</i>	-
log	Logaritma	-
IDF (t)	<i>Inverse Document Frequency</i>	-
A,B	Vektor dokumen	-
$A.B$	<i>Dot product</i>	-
$\ A \ , \ B$ $\ $	Magnitudo (panjang vektor)	-

ABSTRAK

Munawaroh, Aziza.2026. **Rancang Bangun *Chatbot* Interaktif untuk Mendukung Pembelajaran Nahwu Berbasis *Natural Language Processing* dan *Rule Based Grammar***. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Suhartono [S.Si](#) M.Kom (II) A'la Syauqi, M.Kom.

Kata Kunci: Chatbot, Nahwu, NLP, TF-IDF, *Cosine Similarity*

Pembelajaran ilmu Nahwu memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi karena melibatkan pemahaman struktur kalimat, i'rab dan kaidah tata bahasa Arab. Proses pembelajaran yang masih bersifat konvensional menyebabkan sebagian pelajar mengalami kesulitan dalam memahami materi Nahwu secara mandiri dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun chatbot interaktif pembelajaran nahwu berbasis *Natural Language Processing* (NLP) dan *rule based grammar* untuk membantu pengguna memahami konsep dasar Nahwu dan analisis i'rab kalimat Arab. Sistem dikembangkan menggunakan *framework flask* dengan dua modul utama, yaitu modul FAQ dan modul analisis i'rab. Modul FAQ menerapkan metode TF-IDF dan *Cosine Similarity* untuk menentukan jawaban paling baik berdasarkan tingkat kemiripan pertanyaan pengguna dengan dataset FAQ. Sementara itu, modul i'rab memanfaatkan dataset MASAQ (*Morphologically and Syntactically Annotated Quran Dataset*), *preprocessing* teks Arab, analisis morfologi, serta pendekatan *rule based grammar* dalam menentukan struktur sintaksis kalimat Arab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa chatbot mampu memberikan respons pertanyaan nahwu secara interaktif serta melakukan analisis dasar struktur kalimat Arab berdasarkan kaidah nahwu. Sistem ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran alternatif yang membantu proses belajar Nahwu secara fleksibel, interaktif, dan adaptif.

ABSTRACT

Munawaroh, Aziza. 2026. **Design and Development of an Interactive Chatbot to Support Nahwu Learning Based on Natural Language Processing and Rule-Based Grammar.** Undergraduate Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Prof. Dr. Suhartono, S.Si., M.Kom. (II) A'la Syauqi, M.Kom.

Keywords : Chatbot, Nahwu, NLP, TF-IDF, Cosine Similarity.

The learning of Nahwu is considered relatively difficult because it involves understanding sentence structures, i'rab, and the rules of Arabic grammar. Conventional learning methods often cause students to experience difficulties in understanding Nahwu materials independently and interactively. This research aims to design and develop an interactive Nahwu learning chatbot based on Natural Language Processing (NLP) and rule-based grammar to assist users in understanding the fundamental concepts of Nahwu and the i'rab analysis of Arabic sentences. The system was developed using the Flask framework with two main modules, namely the FAQ module and the i'rab analysis module. The FAQ module applies the TF-IDF and Cosine Similarity methods to determine the most appropriate answer based on the similarity level between user questions and the FAQ dataset. Meanwhile, the i'rab module utilizes the MASAQ (Morphologically and Syntactically Annotated Quran Dataset), Arabic text preprocessing, morphological analysis, and a rule-based grammar approach to determine the syntactic structure of Arabic sentences. The results of this study indicate that the chatbot is capable of providing interactive responses to Nahwu-related questions and performing basic analyses of Arabic sentence structures based on Nahwu rules. This system is expected to serve as an alternative learning medium that supports Nahwu learning in a flexible, interactive, and adaptive manner.

مستخلص البحث

منورة، عزيزة. 2026. تصميم وتطوير روبوت محادثة تفاعلي لدعم تعلم علم النحو القائم على معالجة اللغة الطبيعية والقواعد النحوية المعتمدة على القواعد. بحث التخرج. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: الأستاذ الدكتور سوهارتونو، الماجستير؛ المشرف الثاني: علاء شوقي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية : روبوت المحادثة، علم النحو، معالجة اللغة الطبيعية، TF-IDF ، تشابه جيب التمام.

يُعدّ تعلم علم النحو من العلوم التي تمتلك مستوى عالياً من الصعوبة، لأنه يتضمن فهم تركيب الجمل، والإعراب، وقواعد اللغة العربية. كما أن أساليب التعلم التقليدية ما تزال تسبب صعوبة لدى بعض الطلاب في فهم مادة النحو بصورة مستقلة وتفاعلية. يهدف هذا البحث إلى تصميم وتطوير روبوت محادثة تفاعلي لتعلم علم النحو قائم على معالجة اللغة الطبيعية (NLP) والقواعد النحوية المعتمدة على القواعد، وذلك لمساعدة المستخدمين على فهم المفاهيم الأساسية لعلم النحو وتحليل إعراب الجمل العربية. تم تطوير النظام باستخدام إطار العمل Flask، ويتكون من وحدتين رئيسيتين، وهما وحدة الأسئلة الشائعة (FAQ) ووحدة تحليل الإعراب. تعتمد وحدة الأسئلة الشائعة على طريقي TF-IDF وتشابه جيب التمام لتحديد أفضل إجابة بناءً على مستوى التشابه بين أسئلة المستخدم ومجموعة بيانات الأسئلة الشائعة. أما وحدة الإعراب فتعتمد على مجموعة بيانات MASAQ (Morphologically and Syntactically Annotated Quran Dataset) ومعالجة النصوص العربية، والتحليل الصرفي، بالإضافة إلى منهج القواعد النحوية المعتمدة على القواعد لتحديد البنية النحوية للجمل العربية. أظهرت نتائج البحث أن روبوت المحادثة قادر على تقديم استجابات تفاعلية لأسئلة النحو، بالإضافة إلى إجراء تحليل أساسي لتركيب الجمل العربية وفق قواعد علم النحو. ومن المتوقع أن يكون هذا النظام وسيلة تعليمية بديلة تساعد في تعلم علم النحو بصورة مرنة وتفاعلية وتكيفية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahasa Arab merupakan salah satu mata pelajaran yang umum diajarkan di Indonesia. Anak-anak sudah mengenal pembelajaran bahasa arab mulai dari MI (*Madrasah Ibtidaiyah*), MTS (*Madrasah Tsanawiyah*) hingga tingkat perguruan tinggi. Pembelajaran bahasa Arab ini tidak bisa dipisahkan dengan ilmu nahwu dan shorof, karena keduanya merupakan pondasi utama untuk memahami struktur dan kaidah bahasa Arab secara mendalam. Pembelajaran bahasa Arab khususnya ilmu nahwu merupakan aspek penting dalam mempelajari ayat-ayat Al-quran, hadits ataupun literatur keilmuan Islam lainnya (Supardi et al., 2022a). Ilmu nahwu didefinisikan sebagai kaidah-kaidah untuk mengetahui keadaan kata dalam bahasa Arab dari segi *i'rab* (kedudukan kata dalam kalimat) dan *bina'*, sehingga orang-orang dapat memahami maksud dari kalimat Arab secara tepat (Mualif, n.d.) . Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Yusuf ayat 2 yang berbunyi.

إِنَّا أَنْزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٢﴾

“*Sesungguhnya kami menurunkannya berupa Al-Quran dengan berbahasa Arab agar kamu memahaminya.*” (QS. Yusuf: 2)

Ayat ini menjelaskan bahwa Al-Quran diturunkan dalam bahasa Arab agar dapat dipahami oleh masyarakat Arab sebagai penerima pertama wahyu, sehingga mereka mampu menangkap makna dan pesan yang terkandung di dalamnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap bahasa Arab memiliki peran

penting dalam memahami isi Al-Quran secara tepat. Oleh karena itu, dalam konteks pembelajaran, ilmu-ilmu bahasa Arab seperti Nahwu menjadi salah satu sarana yang dapat membantu dalam memahami struktur dan makna ayat-ayat Al-quran.

Di berbagai lembaga pendidikan terutama berbasis Islam masih cukup banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mempelajari ilmu Nahwu. Beberapa kendala utama seperti perubahan pola belajar dan ekspektasi yang dimana ini dipengaruhi oleh kemajuan teknologi dan perkembangan akses informasi yang cepat. Selain itu, siswa juga sulit membedakan unsur-unsur dasar seperti *mubtada*, *khobar*, *fi'il*, dan *maf'ul*. Ini membuat siswa cenderung mencari metode belajar yang interaktif, ini sering kali tidak sesuai dengan pendekatan tradisional yang cenderung kaku dan sulit dipahami (Syarifudin & Abdullah, 2024). Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, dibutuhkan adanya inovasi dalam metode pembelajaran bahasa Arab terutama ilmu Nahwu yang berintegrasi dengan teknologi, sehingga pembelajaran terasa menyenangkan, interaktif, dan sesuai kebutuhan generasi digital saat ini (Cholidah & Muid, 2024).

Seiring dengan berkembangnya teknologi, inovasi dalam pembelajaran bahasa Arab juga semakin beragam. Salah satunya adalah pemanfaatan chatbot sebagai media pembelajaran. Chatbot merupakan program komputer berbasis kecerdasan buatan yang berinteraksi dengan manusia melalui percakapan melalui teks. Dalam bidang pendidikan, chatbot berpotensi besar untuk meningkatkan motivasi belajar siswa karena memberikan kemudahan akses dan interaksi yang menarik dibandingkan pembelajaran dengan metode tradisional (Ayuningtyas &

Oktafiandi, 2024) (Juanta et al., n.d.). Pemanfaatan chatbot berbasis teks ini sejalan dengan perintah Allah dalam QS. Al-'Alaq ayat 1-5 yang berbunyi :

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ﴿٢﴾

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan, ﴿١﴾ Yang mengajar (manusia) dengan pena, (QS. Al-Alaq: 1 dan 4)

Ayat ini menekankan pentingnya belajar dan membaca sebagai sarana memperoleh ilmu pengetahuan. Disebutkan bahwa Allah mengajarkan manusia dengan perantara pena, yang menunjukkan peran alat tulis sebagai media untuk menyimpan dan menyampaikan ilmu kepada generasi berikutnya. Dalam konteks perkembangan teknologi saat ini, berbagai media digital juga berfungsi sebagai sarana penyampaian ilmu. Salah satunya adalah chatbot, yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif untuk membantu siswa memahami konsep Nahwu secara lebih efektif dan menarik.

Selain dorongan dari Al-Qur'an untuk mempelajari dan memahami ilmu, Rasulullah SAW. juga menekankan pentingnya orang yang mempelajari dan menyebarkan ilmu. Sebagaimana hadits berikut :

خَيْرُكُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ ﴿١﴾

"Sebaik-baik kalian adalah orang yang belajar Al-Qur'an dan mengajarkan"
(HR. al-Bukhari, no. 5027)

Hadits ini tidak hanya membahas tentang pembacaan Al-Qur'an secara tekstual, tetapi juga mencakup usaha memahami isi melalui pengetahuan bahasa Arab, khususnya ilmu Nahwu. Dengan mengenal struktur dan aturan bahasa Arab, individu dapat lebih tepat menghayati makna wahyu Allah. Dalam konteks saat ini,

proses belajar dan mengajar Al-Qur'an dapat diperluas melalui pemanfaatan teknologi digital, salah satunya dengan menciptakan chatbot berbasis NLP yang mendukung pengguna belajar Nahwu secara interaktif. Dengan demikian, penerapan teknologi terkini dalam pendidikan bahasa Arab tidak hanya merupakan inovasi akademis, tetapi juga bagian dari amal *ta'allum wa ta'lim* (belajar dan mengajar) yang sangat dianjurkan oleh Rasulullah SAW.

Agar chatbot bisa memahami pertanyaan pengguna, dibutuhkan *Natural Language Processing* (NLP). NLP merupakan kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk menganalisis dan menafsirkan bahasa manusia secara otomatis, khususnya pada teks (Siti Rahmawati et al., 2024). Pada penelitian ini NLP digunakan untuk normalisasi, dan analisis morfologi terhadap teks Arab. Dengan penerapan NLP, sistem bisa memecah kalimat menjadi bagian-bagian kata, membersihkan bentuk kata yang tidak baku, serta mengidentifikasi kategori morfologis kata (misalnya *fi'il*, *isim*, dan huruf). Sementara itu, untuk pertanyaan berupa *Frequently Asked Question* (FAQ) menggunakan metode TF-IDF (*Term Frequency-Inverse Document Frequency*) dan *Cosine Similarity*. Keduanya berfungsi untuk mencocokkan pertanyaan pengguna dengan mengukur seberapa penting suatu kata dalam sebuah dokumen dibandingkan seluruh koleksi dokumen dan tingkat kemiripan antara vektor pertanyaan pengguna dengan dataset FAQ (Setiawan & Adnyana, 2023).

Selain menjawab pertanyaan umum berupa FAQ, penelitian ini juga fokus pada analisis *i'rab* sederhana. Kalimat sederhana ini berupa *jumlah ismiah* dan *jumlah fi'liyah* yang ada pada Al-quran . Analisis ini dilakukan dengan

pendekatan *rule-based*, di mana sistem diberi aturan linguistik yang berdasarkan pada kaidah nahwu untuk menentukan kedudukan kata dalam kalimat, apakah itu berupa *mubtada'*, *khobar*, *maf'ul*, atau *fa'il*. Hasil dari analisis morfologi dengan NLP akan diproses ke dalam aturan-aturan *i'rab* tersebut.

Walaupun banyak penelitian mengenai pemanfaatan chatbot dan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam bidang pendidikan, sebagian besar masih memiliki beberapa keterbatasan. Studi oleh (Huang et al., 2022) mengindikasikan bahwa chatbot dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa dengan interaksi yang lebih alami, namun banyak penerapannya masih berfokus pada bahasa asing seperti Inggris dan Jepang, bukan pada bahasa Arab. Di sisi lain, (Sumarno et al., 2025) menciptakan aplikasi pembelajaran Nahwu Sharaf yang interaktif berbasis mobile, namun belum mengoptimalkan kemampuan Natural Language Processing (NLP) untuk secara otomatis memahami input dalam bahasa Arab. (Rishanda et al., 2025) juga menyelidiki penggunaan teknologi Kecerdasan Buatan seperti Chat GPT dan NLP dalam belajar Nahwu secara mandiri, namun studi tersebut masih bersifat konseptual dan belum mencapai tahap implementasi sistem chatbot yang sepenuhnya interaktif. Sebaliknya, studi (Sofyan & Arroyan, 2025) serta (Astari et al., 2023) mengindikasikan bahwa penerapan NLP dalam pembelajaran bahasa Arab masih menemui banyak tantangan, terutama dalam memahami konteks sintaksis dan semantik yang rumit dari bahasa Arab.

Berdasarkan berbagai penelitian itu, dapat disimpulkan bahwa meskipun teknologi chatbot, AI, dan NLP menawarkan potensi besar dalam membantu pembelajaran bahasa Arab, penerapannya yang khusus di bidang Nahwu masih

sangat terbatas. Masih sedikit penelitian yang menciptakan chatbot interaktif berbasis NLP yang bisa menganalisis struktur dan i'rab kalimat Arab sederhana secara otomatis. Karena itu, studi ini menjadi krusial untuk mengisi celah tersebut dengan menciptakan sistem chatbot pembelajaran Nahwu yang tidak hanya berperan sebagai media tanya jawab (FAQ), tetapi juga mampu melakukan analisis linguistik sederhana dengan pendekatan berbasis aturan dan NLP, sehingga dapat meningkatkan pemahaman serta keterlibatan siswa dalam belajar bahasa Arab secara lebih interaktif.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana kinerja dan tingkat usability chatbot pembelajaran Nahwu yang dibangun menggunakan metode TF-IDF, *Cosine Similarity*, dan *rule-based grammar* berdasarkan pengukuran akurasi sistem dan skor *System Usability Scale* (SUS)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan penelitian yang digunakan dalam melakukan pengembangan chatbot interaktif pembelajaran Nahwu adalah sebagai berikut :

1. Dataset yang digunakan terdiri atas dataset FAQ Nahwu dan MASAQ (*Morphologically and Syntactically Annotated Quran*) untuk analisis *I'rab*. Dataset FAQ Nahwu disusun secara mandiri oleh peneliti berdasarkan pengalaman mengajar di Taman Pendidikan Al-Qur'an (TPQ) serta materi yang telah diuji coba dalam kegiatan pembelajaran Nahwu dasar. Oleh karena itu, cakupan pertanyaan dan jawaban pada dataset ini masih

terbatas pada konsep-konsep dasar ilmu Nahwu dan belum mencakup seluruh aspek gramatikal bahasa Arab secara menyeluruh.

2. Analisis *i'rab* pada penelitian ini hanya fokus pada jumlah *ismiyah* dan jumlah *fi'liyah*, sehingga tidak membahas bentuk kalimat Arab yang kompleks.
3. Metode *rule-based grammar* yang digunakan dalam sistem ini masih bersifat terbatas, yaitu hanya terdiri dari 4 peraturan (*rules*) untuk analisis kalimat yang disusun berdasarkan kaidah dasar Nahwu dan 63 peraturan (*rules*) untuk analisis kata, sehingga belum mencakup seluruh variasi pola struktur kalimat bahasa Arab.
4. Chatbot yang dibangun hanya berbasis teks tanpa dukungan input suara.

1.4 Tujuan Penelitian

Membangun chatbot pembelajaran nahwu berbasis teks menggunakan metode TF-IDF, *cosine similarity*, dan *rule-based grammar* pada analisis kata arab dan materi jumlah ismiyah dan jumlah filiyah. Juga menganalisis kinerja dan tingkat usability chatbot pembelajaran nahwu berdasarkan pengukuran akurasi sistem dan skor *system usability scale* (SUS).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis chatbot untuk ilmu nahwu, khususnya dalam mempermudah siswa-siswi mempelajari bahasa Arab serta memahami konsep dasar secara lebih praktis dan menarik.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai pemanfaatan chatbot dalam bidang pendidikan sudah cukup banyak dilakukan. Salah satunya oleh (Huang et al., 2022) yakni mengenai kajian sistematis penggunaan chatbot dalam bidang pendidikan. Chatbot dalam bidang pendidikan memang telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama sebagai sarana pendukung pembelajaran interaktif berbasis teknologi. Hasil dari kajian sistematis menunjukkan bahwa chatbot berpotensi besar dalam meningkatkan keterlibatan siswa karena interaksi yang lebih alami dibanding metode tradisional. Selain itu, penelitian ini menegaskan bahwa chatbot memiliki peran penting dalam peningkatan hasil belajar bahasa melalui personalisasi materi. Meskipun demikian, penelitian yang ada sebagian besar berfokus pada bahasa asing seperti Inggris dan Jepang, dan belum banyak yang fokus pada pembelajaran bahasa Arab, khususnya ilmu Nahwu.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sumarno et al., 2025) yakni pengembangan aplikasi pembelajaran Nahwu Sharaf berbasis mobile untuk kebutuhan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan mudah diakses. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi tersebut berhasil meningkatkan efektivitas belajar dari para pengguna. Tetapi dalam pengembangannya belum memanfaatkan teknologi *Natural Language Processing* (NLP) untuk memahami, merespons, dan mendeteksi input bahasa Arab secara otomatis. Fokus pada penelitian ini masih pada penyajian dan pertanyaan FAQ juga evaluasi pilihan ganda .

Penelitian lain juga banyak yang meninjau penerapan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran Nahwu . Salah satu nya oleh (Rishanda et al., 2025) yakni membahas bagaimana teknologi *Artificial Intelligence* (AI) seperti Chat GPT dan NLP dapat digunakan untuk pembelajaran Nahwu secara mandiri. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa AI dan NLP berpotensi besar untuk mendukung pembelajaran bahasa Arab dan Nahwu . Potensi ini terlihat dari umpan balik yang diberikan oleh sistem secara otomatis, interaksi personal, juga adaptasi terhadap kemampuan pengguna. Namun penelitian ini masih bersifat konseptual dan belum menghasilkan implementasi nyata dalam bentuk sistem chatbot yang interaktif khusus pembelajaran bahasa Arab dan ilmu Nahwu.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Sofyan & Arroyan, 2025) yakni mengimplementasikan NLP dengan model BERT dalam pengembangan chatbot untuk pembelajaran kitab kuning. Hasil dari penelitian ini, chatbot mampu menjawab sebagian pertanyaan pengguna dengan akurasi yang cukup tinggi. Menyesuaikan dari dataset yang telah dibuat. Namun chatbot ini mengalami kesulitan dalam memahami konteks sintaksis dan semantik dalam kalimat Arab kompleks. Ini menunjukkan bahwa penggunaan NLP untuk bahasa Arab masih menghadapi tantangan dalam pemahaman struktur bahasa.

Penelitian yang dilakukan oleh (Astari et al., 2023) yakni merancang chatbot Telegram bernama “Tanya Zaid” sebagai media pembelajaran ilmu Nahwu. Chatbot ini memberikan definisi dan contoh kaidah Nahwu sesuai dengan kata kunci yang dimasukkan oleh pengguna. Chatbot ini dikembangkan dengan

Natural Language Processing (NLP) dan *Natural Language Understanding* (NLU). Metode yang digunakan untuk pengembangannya yakni ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Hasil dari penelitian ini, chatbot yang diintegrasikan dengan telegram bisa menjadi *tool* pembelajaran ilmu Nahwu dan membantu dalam proses belajar, namun memiliki kekurangan dalam memahami struktur kalimat dan analisis parsing terhadap teks Al-quran secara otomatis. Karena memang fokusnya hanya pada pertanyaan yang berupa FAQ bukan analisis *i'rab*. Ringkasan dari penelitian-penelitian terkait yang telah dipaparkan sebelumnya disajikan dalam bentuk tabel pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian terkait

No	Referensi	Fokus Penelitian	Hasil Utama	Celah penelitian
1.	(Huang et al., 2022)	<i>Literature Review</i> penggunaan chatbot dalam bidang pendidikan	Dalam penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan chatbot dalam bidang pendidikan memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kesimpulan bahwa chatbot memberikan peningkatan hasil belajar siswa melalui personalisasi materi.	Belum mengkaji penerapan chatbot pada bahasa Arab, khususnya analisis struktur kalimat dan <i>i'rab</i> , sehingga belum mencakup kebutuhan pembelajaran Nahwu.
2.	(Sumarno et al., 2025)	Pengembangan aplikasi mobile untuk pembelajaran Nahwu & Sharaf	Dalam pengembangannya menggunakan metode R & D. Aplikasi dibangun	Belum memanfaatkan NLP untuk memahami input bahasa Arab,

			berbasis Android studio dengan fitur materi, kuis dan pelacakan progres belajar. Hasilnya cukup efektif meningkatkan pemahaman tata bahasa Arab dan disukai pengguna karena tampilannya yang cukup user friendly	masih terbatas pada materi & kuis; tidak ada analisis struktur kalimat maupun i'rab.
3.	.(Rishanda et al., 2025)	Pemanfaatan AI dan NLP dalam pembelajaran Nahwu mandiri	Pendekatan pada paper ini yakni analisis literatur untuk artikel scopus dan Google Scholar. Paper ini menjelaskan bahwa penerapan AI, NLP dan model ChatGPT mampu meningkatkan interaktivitas dan umpan balik otomatis dalam pembelajaran ilmu Nahwu	Studi masih konseptual, belum menghasilkan implementasi chatbot. Belum menyediakan mekanisme analisis morfologi atau struktur kalimat Arab
4.	(Sofyan & Arroyan, 2025)	Chatbot untuk pembelajaran kitab kuning dengan menggunakan BERT	Pengembangan chatbot menggunakan metode CRISP-DM dengan pemodelan Natural Language Processing berbasis BERT untuk menjawab pertanyaan tentang teks kitab kuning. Hasil dari penelitian ini setelah diuji menggunakan dataset Fathul Qarib	Mengalami kesulitan memahami konteks sintaksis & semantik kalimat Arab kompleks; belum mendukung i'rab atau klasifikasi struktur jumlah ismiyah/fi'liyah

			dan mencapai akurasi 90%, presisi 87%, recall 87%, F1-score 86%, namun untuk relevansi semantik masih rendah.	
5.	(Astari et al., 2023)	Chatbot interaktif yang terintegrasi dengan telegram untuk pembelajaran ilmu Nahwu.	Pada pengembangannya chatbot ini menggunakan API Telegram dan pemrosesan bahasa alami sederhana menggunakan rule-based NLP untuk menjawab pertanyaan dari pengguna. Hasil dari penelitian ini yakni chatbot bisa menjawab definisi dan contoh sesuai input pengguna, tetapi konteks percakapan masih terbatas dan belum memahami struktur kalimat kompleks.	Tidak dapat melakukan parsing struktur kalimat. belum mendukung analisis i'rab. konteks percakapan terbatas. Belum memanfaatkan dataset beranotasi seperti MASAQ

2.2 Ilmu Nahwu

Ilmu Nahwu secara bahasa berarti arah, sedangkan secara istilah ilmu Nahwu adalah undang-undang untuk mengetahui keadaan baris akhir suatu kata yang terjadi akibat posisinya dalam kalimat berbentuk i'rab dan mabni (Yenti et al., 2022). Secara sederhana ilmu Nahwu merupakan cabang linguistik Arab yang mempelajari kedudukan kata dalam kalimat. Ilmu Nahwu awalnya diciptakan ketika agama Islam semakin luas penyebarannya hingga keluar daerah Arab, ini

menyebabkan adanya banyak kesalahan dalam membaca dan memahami bahasa Arab. Selain itu, juga banyak ditemukan kesalahan dalam memahami dan membaca Al-Qurán. Masalah ini yang menjadi perhatian utama bagi para ulama dan pimpinan muslim saat itu, sehingga seorang ulama bernama Abu Aswad Ad-Du'ali berinisiatif menyusun kaidah-kaidah dasar ilmu Nahwu (Mahdi, 2025).

Seiring dengan perkembangan zaman, ilmu Nahwu tidak hanya dipelajari dengan metode konvensional saja. Di era digital, pembelajaran ilmu Nahwu mulai dikembangkan dengan bantuan teknologi seperti aplikasi interaktif, multimedia, dan juga chatbot. Dengan inovasi dan integrasi teknologi ini diharapkan dapat mempermudah siswa memahami konsep *i'rab* dan struktur kalimat melalui pendekatan yang lebih visual dan adaptif. Pemanfaatan teknologi pada ilmu Nahwu juga sejalan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan interaktivitas dan pembelajaran mandiri berbasis digital. (Supardi et al., 2022b).

2.3 Chatbot

Chatbot merupakan perangkat lunak yang dibuat untuk berkomunikasi dengan pengguna melalui percakapan, baik dalam bentuk teks maupun suara, serta mampu menjawab pertanyaan atau permintaan secara otomatis. Dalam dunia pendidikan, chatbot bisa berfungsi sebagai pendidik virtual, memberikan *response*, menjawab pertanyaan pelajar setiap saat, serta mendukung pengalaman belajar yang lebih personal dan sesuai kebutuhan. Berbagai penelitian sistematis menyimpulkan bahwa chatbot pendidikan meningkatkan partisipasi siswa,

mempercepat *feedback*, dan menciptakan interaksi yang lebih kontinu dibandingkan dengan metode konvensional (Labadze et al., 2023).

Dalam konteks bahasa Arab secara khusus, pengembangan chatbot menghadapi hambatan tambahan seperti struktur bahasa Arab yang rumit (*i'rab*, bentuk kata, morfologi) serta variasi dialek. Karena itu, chatbot Arab biasanya memanfaatkan *Natural Language Understanding* (NLU) dan NLP yang dirancang khusus untuk bahasa Arab agar dapat mengerti maksud pengguna dalam konteks Arab dengan tepat. Penelitian mengenai chatbot berbahasa Arab menunjukkan bahwa baik teknik berbasis aturan maupun model pembelajaran mesin banyak diterapkan untuk memenuhi kebutuhan pengolahan bahasa Arab dalam interaksi otomatis (Ahmed et al., 2022).

2.4 Natural Language Processing (NLP)

Natural Language Processing (NLP) merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang mengutamakan cara komputer mengolah, memahami, dan menghasilkan bahasa manusia (baik teks maupun ucapan) secara otomatis (Bashir et al., 2023). Dalam penggunaan chatbot, NLP diterapkan pada tahap-tahap seperti tokenisasi (memecah kalimat menjadi kata atau token), normalisasi (penyeragaman bentuk kata), analisis morfologi (mengidentifikasi akar, afiks, jenis kata), serta pengenalan entitas atau niat pengguna (Alkaabi et al., n.d.). Dalam bahasa Arab, NLP harus memperhatikan ciri khas seperti penulisan dari kanan ke kiri, harakat (vokal pendek), akar kata (root), dan variasi bentuk kata (infleksi) agar proses analisis dapat berlangsung dengan efektif.

Dalam studi bahasa Arab, NLP telah digunakan untuk berbagai tugas seperti pemisahan kata, analisis sintaksis, penandaan morfologi, dan pengolahan teks suci (Alquran, hadits). Penerapan NLP dalam chatbot memungkinkan sistem untuk memahami masukan pengguna, mengidentifikasi maksud (intent), serta mengaitkan dengan jawaban atau aturan yang tepat, sehingga interaksi menjadi lebih alami dan tepat.

2.5 Rule Based Grammar

Rule based grammar berfungsi dengan menerapkan sekumpulan aturan (if-then) yang telah ditetapkan sebelumnya untuk memproses masukan dan memberikan respons yang sesuai. Dalam ranah bahasa berbasis aturan digunakan untuk mengatur prinsip linguistik, sintaksis, atau morfologi yang telah ditentukan oleh ahli (contohnya kaidah Nahwu) sehingga sistem dapat melaksanakan pemrosesan secara *deterministik*. Sistem yang berlandaskan aturan sering dipilih dalam chatbot bagi pembelajaran bahasa karena kaidah bahasa telah diketahui dan dapat dirumuskan dalam logika aturan (pencocokan pola) (Ouali & Garouani, 2024).

Keunggulan *rule based grammar* adalah keterbukaan dan kemudahan dalam menyesuaikan aturan (seperti modifikasi ketika terdapat kaidah baru yang ditemukan). Akan tetapi, metode ini memiliki batasan saat menghadapi variasi bahasa, ambiguitas, kesalahan pengguna, atau konteks yang rumit, karena aturan tidak dapat mencakup semua kemungkinan input pengguna dengan fleksibel (Ojha et al., 2024) . Oleh karena itu, dalam penerapannya chatbot sering dipadukan

dengan metode berbasis statistik atau machine learning supaya sistem lebih tahan terhadap variasi bahasa dan kesalahan.

2.6 TF-IDF

Term Frequency (TF) adalah pendekatan yang digunakan untuk menghitung seberapa sering suatu kata terdapat dalam sebuah dokumen. Nilai TF menunjukkan seberapa penting kata tersebut untuk konten dokumen yang sedang dianalisis. Semakin sering suatu istilah muncul, semakin besar kontribusinya dalam menggambarkan topik dokumen itu. Namun, TF hanya mengevaluasi frekuensi dalam satu dokumen tanpa mempertimbangkan keberadaannya di dokumen lainnya. Dalam konteks sistem berbasis teks seperti chatbot, TF memfasilitasi sistem untuk mengidentifikasi kata-kata paling penting dalam pertanyaan pengguna dibandingkan kata-kata umum yang sering muncul (Septiani & Isabela, n.d.)

Inverse Document Frequency (IDF) digunakan untuk mengukur sejauh mana keunikan atau kekhususan suatu kata dalam konteks seluruh kumpulan dokumen. Istilah yang sering terlihat di berbagai dokumen—seperti “adalah”, “yang”, atau “apa”—memiliki nilai IDF yang rendah karena dianggap kurang menyampaikan informasi yang berarti. Sebaliknya, istilah yang jarang ditemukan dalam dokumen lain akan memiliki nilai IDF yang tinggi, karena dianggap memberikan makna yang lebih unik dan informatif. Pada aplikasi chatbot, penggunaan IDF mempermudah sistem untuk mengesampingkan kata-kata umum yang tidak penting dan lebih menekankan pada istilah yang bermakna dalam konteks pertanyaan (Putra et al., n.d.).

Term Frequency–Inverse Document Frequency (TF-IDF) adalah gabungan dari kedua konsep ini untuk menghasilkan nilai numerik yang menunjukkan seberapa penting sebuah kata dalam sebuah dokumen dibandingkan dengan koleksi dokumen lainnya. Nilai TF-IDF akan besar untuk istilah yang sering muncul dalam satu dokumen tetapi jarang ditemukan di dokumen lainnya. Dalam konteks chatbot, TF-IDF berfungsi untuk mengonversi pertanyaan pengguna dan kumpulan pertanyaan FAQ menjadi representasi vektor yang berbentuk numerik. Melalui metode ini, sistem mampu menilai kesamaan arti di antara pertanyaan dan memilih jawaban yang paling sesuai berdasarkan nilai kesamaan tertinggi (Septiani & Isabela, n.d.)

2.7 Cosine Similarity

Cosine similarity merupakan metrik yang menilai kesamaan antara dua vektor dalam ruang berdimensi dengan cara menghitung cosinus sudut di antara keduanya. Untuk menghitungnya menggunakan Persamaan 2.1.

$$\text{cosine-similarity}(A, B) = \frac{A \cdot B}{|A||B|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} \quad (2.1)$$

Nilai *cosine similarity* berada dalam rentang -1 hingga $+1$, di mana $+1$ menunjukkan vektor yang sangat mirip (arah serupa), 0 menunjukkan vektor ortogonal (tanpa hubungan), dan -1 menunjukkan vektor yang berlawanan arah. Dalam konteks NLP, umumnya vektor-vektor yang merepresentasikan teks (seperti *embedding*) dinormalisasi sehingga nilainya berada dalam kisaran 0

hingga 1 (karena nilai negatif jarang terjadi dalam konteks teks). Kesamaan kosinus bermanfaat karena mengesampingkan magnitudo vektor dan hanya memperhatikan orientasi (arah) mereka, sehingga ukuran dokumen atau panjang kalimat tidak secara langsung mempengaruhi nilai kesamaan (Park et al., 2020).

Walaupun terkenal dan sering dipakai, *cosine similarity* juga memiliki kekurangan yang semakin diperhatikan dalam studi-studi terkini. Contohnya (Zhou et al., 2022), mengindikasikan bahwa pada embedding kontekstual (seperti BERT), *cosine similarity* seringkali merendahkan kesamaan antara kata-kata dengan frekuensi tinggi karena vektor-vektor tersebut memiliki norma (magnitudo) lebih besar, sehingga skor *cosine* menjadi lebih rendah daripada yang diharapkan. Untuk menyelesaikan masalah ini, sejumlah penelitian terkini menawarkan metode seperti diskon norma L2 untuk "mengurangi pengaruh" norma vektor sehingga penyesuaian terhadap bias frekuensi kata tinggi menjadi lebih seimbang dalam penghitungan kesamaan (Wannasuphprasit et al., 2023). Selain itu, metode lain selain *cosine similarity* seperti *soft cosine* atau variasi metrik lainnya semakin banyak diteliti untuk memperhatikan hubungan antar dimensi fitur (bukan hanya sudut) dan mengatasi keterbatasan geometris dari ruang *embedding* yang ada saat ini.

2.8 Jaccard Similarity

Jaccard similarity merupakan algoritma berbasis *q-gram* yang mengukur kemiripan dua teks dengan membandingkan jumlah elemen yang sama terhadap total elemen unik. Algoritma ini bekerja dengan memecah teks menjadi bigram (pasangan karakter) dan menghitung rasio kesamaan antar dokumen. Meskipun

efektif dalam menangani kesalahan penulisan (Rinjeni et al., 2024). Secara matematis, *Jaccard similarity* dihitung sebagai perbandingan antara irisan (*intersection*) dan gabungan (*union*) dari dua himpunan, dengan nilai berada pada rentang 0 hingga 1. Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan *weighted jaccard similarity* yang memanfaatkan pembobotan TF-IDF, sehingga perhitungan kemiripan tidak hanya berdasarkan keberadaan kata, tetapi juga tingkat kepentingannya. Pendekatan ini diimplementasikan menggunakan *Tanimoto coefficient* untuk menyesuaikan dengan representasi vektor teks.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

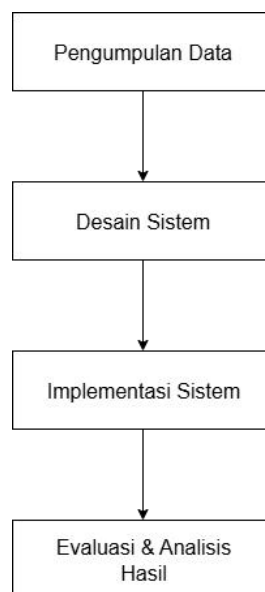
Dalam Bab 3 ini akan diuraikan secara mendetail bagaimana model-model dalam *Natural language processing* (NLP) dimanfaatkan untuk mengembangkan chatbot ini, mencakup pemilihan serta penerapan model yang tepat hingga langkah-langkah implementasinya. Bab ini juga menjelaskan langkah-langkah sistematis dalam pengembangan chatbot, termasuk proses pengumpulan dan pengolahan data, pelatihan model bahasa, serta penilaian hasilnya. Juga dijelaskan kebutuhan sistem yang meliputi spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan supaya chatbot dapat berfungsi secara optimal dan memberikan respons yang tepat sesuai konteks percakapan.

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah skema penelitian yang disusun dengan cara tertentu. Sehingga bisa memandu penelitian agar dapat mendapatkan jawaban atas pertanyaan (Sari, n.d.). Menurut Sugiyono (Sugiyono, 2019), desain penelitian adalah semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian, mulai dari pengumpulan data hingga analisis hasil. Melalui desain penelitian, peneliti dapat menjamin bahwa setiap langkah yang diambil saling terhubung dan menghasilkan temuan yang sah dan dapat dipercaya.

Dalam studi ini, rancangan yang diterapkan adalah pendekatan penelitian pengembangan (*research and development*), yang bertujuan untuk menciptakan produk berupa chatbot Nahwu yang berbasis *Natural Language Processing* (NLP). Proses pengembangan mengikuti langkah-langkah yang mencakup pengumpulan

data, perancangan sistem, pelaksanaan sistem, serta penilaian dan analisis hasil. Dengan desain ini, penelitian tidak hanya menganalisis teori, tetapi juga menerapkan teknologi NLP untuk memahami serta merespons kalimat berbahasa Arab dalam konteks pembelajaran ilmu Nahwu. Dengan begitu, rancangan penelitian ini diharapkan dapat menciptakan chatbot yang interaktif, informatif, dan sesuai dengan keperluan pengguna dalam memahami aturan bahasa Arab. Alur desain penelitian yang mencakup tahapan-tahapan pengumpulan data, perancangan sistem, serta penilaian dan analisis hasil dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur desain penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diambil dari dataset MASAQ (*Morphologically and Syntactically Annotated Quran Dataset*), yang merupakan koleksi ayat-ayat Al-Qur'an yang dianotasi dengan morfologi dan sintaksis. Dataset ini dipilih

karena menyajikan struktur kata dan keterkaitan antara komponen kalimat dalam bahasa Arab secara rinci, yang sesuai dengan tujuan penelitian dalam menciptakan chatbot Nahwu berbasis NLP. Dengan menggunakan dataset ini, pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh dataset dari repositori *Mendeley* data dan kemudian memilih aspek-aspek yang berkaitan dengan struktur kalimat, kategori kata, serta pola gramatikal bahasa Arab yang mendukung analisis Nahwu dalam chatbot.

3.2.1 Sumber Data

Dataset MASAQ tersedia secara terbuka di platform *Mendeley* Data yang dikembangkan oleh (Sawalha, n.d.) . Dataset ini mencakup lebih dari enam ribu ayat Al-Qur'an yang telah diberi anotasi dengan berbagai fitur bahasa, termasuk informasi morfologi seperti akar kata, bentuk dasar, jenis kata (*isim, fi'il, huruf*), serta informasi sintaksis yang menjelaskan hubungan ketergantungan antar kata dalam kalimat. Dengan struktur ini, MASAQ menjadi sumber informasi yang kaya dan sah untuk penelitian yang berfokus pada pemrosesan bahasa alami dalam konteks bahasa Arab.

3.2.2 Format Data

Datasets yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari MASAQ (*Morphologically and Syntactically-Annotated Quran Dataset*) yang disusun oleh Majdi Sawalha (Sawalha, n.d.) . Dataset ini disajikan dalam format CSV (*Comma-Separated Values*), di mana setiap baris merepresentasikan satu kata dalam Al-Qur'an lengkap dengan atribut linguistiknya. Data ini memiliki

beberapa kolom penting seperti *Sura_No*, *Verse_No*, *Word_No*, *Word*, *Without_Diacritics*, *Morph_tag*, *Syntactic_Role*, dan *Case_Mood*. Format CSV dipilih karena ringannya, mudah dibaca, serta dapat digunakan dengan berbagai bahasa pemrograman untuk analisis lebih lanjut. Setiap entri dalam dataset menyimpan informasi morfologis dan sintaksis yang sangat rinci, sehingga memungkinkan peneliti untuk melakukan pengelompokan serta analisis linguistik secara sistematis di tingkat kata, kalimat, maupun surat.

3.2.3.1 Spesifikasi dataset

Dataset MASAQ (*Morphologically and Syntactically Annotated Quran Dataset*) (Sawalha, n.d.) adalah koleksi data linguistik yang memberikan rincian tentang morfologi dan sintaksis untuk setiap kata dalam Al-Qur'an. Dataset MASAQ digunakan sesuai dengan lisensi Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC BY-NC 3.0), sehingga pemanfaatannya dalam penelitian ini hanya untuk keperluan akademik. Dataset ini terdiri dari puluhan ribu entri kosakata yang mencakup sekitar 6.236 ayat dari 114 surah. Setiap kata dalam kalimat dilengkapi dengan catatan linguistik yang sangat terperinci, mencakup bentuk kata dasar, akar kata, kategori kata, peran sintaksis, dan status i'rab. Dataset ini berfungsi sebagai sumber utama dalam pembuatan modul analisis i'rab pada sistem chatbot pembelajaran Nahwu yang berbasis *Natural Language Processing* (NLP). Struktur dataset terdiri atas beberapa kolom utama yang memiliki fungsi berbeda-beda dalam analisis bahasa, antara lain:

1. ID: penanda unik untuk setiap entri data.

2. *Sura_No* dan *Verse_No*: menunjukkan nomor surah dan ayat tempat kata tersebut berada.
3. *Word_No*: posisi kata dalam ayat, dihitung dari kiri ke kanan.
4. *Word*: kata dalam teks Arab Al-Qur'an (lengkap dengan harakat).
5. *Without_Diacritics*: versi kata tanpa harakat, digunakan untuk pemrosesan teks Arab secara komputasional.
6. *Segmented_Word*: bentuk kata yang telah dipecah menjadi segmen morfologis seperti awalan, akar, dan akhiran.
7. *Morph_tag*: label morfologi yang menunjukkan kategori gramatikal seperti *NOUN_PROP*, *VERB_PAST*, atau *PREP*.
8. *Morph_type*: jenis segmen (prefix, stem, suffix) yang mengindikasikan posisi morfologis kata.
9. *Invariable_Declinable*: menunjukkan apakah kata bersifat *mabni* (tetap) atau *mu'rab* (berubah i'rab-nya).
10. *Syntactic_Role*: peran sintaktis kata dalam struktur kalimat, seperti *mubtada'*, *khabar*, *maf'ul bih*, dan sebagainya.
11. *Possessive_Construct*: relasi idhafah kata (apakah sebagai *mudhaf* atau *ghair mudhaf*).
12. *Case_Mood* dan *Case_Mood_Marker*: menjelaskan status i'rab dan tanda akhirnya, misalnya *rafa'* (*dhammah*), *nashab* (*fathah*), atau *jar* (*kasrah*).
13. *Phrase* dan *Phrasal_Function*: mendeskripsikan apakah kata termasuk dalam suatu frase (*syibhul jumlah*, *idhafah*, dsb.) dan fungsi sintaktisnya dalam kalimat.

14. *Notes*: kolom catatan tambahan yang berisi keterangan atau penjelasan kontekstual. Dari struktur yang ada, tampak bahwa *Morph_tag*, *Syntactic_Role*, dan *Case_Mood* adalah komponen penting dalam analisis *i'rab* karena memberikan informasi morfologis dan gramatikal yang diperlukan sistem untuk mengidentifikasi peran kata dalam kalimat Arab. Di sisi lain, *Without_Diacritics* dan *Segmented_Word* mendukung proses *preprocessing* teks agar sistem mampu membaca teks Arab dengan lebih stabil.

Di sisi lain, Dataset FAQ dimanfaatkan untuk mengembangkan modul tanya jawab pada chatbot pembelajaran Nahwu. Dataset ini disusun secara manual berdasarkan materi fundamental ilmu Nahwu, terdiri dari 100 pasangan soal dan jawaban kombinasi bahasa Indonesia serta Arab. Format dataset disimpan dalam file CSV yang terdiri dari tiga kolom utama, yaitu id, pertanyaan, dan jawaban. Setiap entri mengandung satu pertanyaan konseptual dan jawaban yang relevan. Pertanyaan-pertanyaan pada dataset ini mencakup materi mendasar Nahwu seperti *fi'il*, *kalam*, pembagian *i'rab* dan lainnya. Melalui dataset ini, chatbot dapat memberikan jawaban yang sesuai konteks serta membantu pengguna memahami konsep-konsep dasar dalam ilmu Nahwu secara interaktif.

3.2.2 Pemrosesan Data

Dalam tahap pengolahan data, dilakukan perubahan format dataset dari CSV (*Comma-Separated Values*) ke JSON (*JavaScript Object Notation*) untuk memudahkan penggunaan dalam proses pengolahan data yang berbasis Natural Language Processing (NLP). Dataset yang diunduh dari sumber Mendeley Data

berupa tabel dengan kolom-kolom seperti *Sura_No*, *Verse_No*, *Word_No*, *Word*, *Morph_tag*, *Syntactic_Role*, dan lainnya. Struktur CSV ini menampilkan setiap kata dalam Al-Qur'an lengkap dengan atribut morfologis dan sintaksisnya secara baris demi baris. Akan tetapi, format tabel seperti ini tidak efisien untuk pengelompokan data per ayat ketika diterapkan dalam model NLP atau pembuatan chatbot yang berbasis teks Arab.

Agar proses *parsing* data oleh sistem lebih mudah, dataset selanjutnya dikonversi ke format JSON. Pada format yang baru ini, setiap ayat diwakili sebagai sebuah objek dengan kunci yang merupakan gabungan nomor surah dan ayat, contohnya "1:1" atau "1:2". Setiap objek memiliki daftar kata (*words*) yang lengkap dengan atribut penting seperti *word*, *without_diacritics*, *morph_tag*, *syntactic_role*, *case_mood*, dan *phrasal_function*. Misalnya, kata "بِسْمِ" di Surah Al-Fatihah ayat pertama memiliki klasifikasi morfologi "PREP" dan fungsi sintaks "حرف جر". Dengan format JSON ini, data lebih gampang diakses, disimpan dalam memori, dan diambil berdasarkan konteks kalimat dengan efisien.

Proses konversi dilaksanakan dengan *script* Python sederhana yang membacakan data CSV melalui pustaka *pandas*, lalu mengelompokkan data berdasarkan kombinasi *Sura_No* dan *Verse_No* sebelum menyimpannya kembali dalam format JSON. Produknya adalah file JSON yang terstruktur seperti pada Gambar 3.2.

```

1  {
2    "1:1": {
3      "sura_no": 1,
4      "verse_no": 1,
5      "words": [
6        {
7          "word": "يَعْلَمُ",
8          "without_diacritics": "يَعْلَم",
9          "morph_tag": "PREP",
10         "syntactic_role": "حرف جر",
11         "case_mood": "مفتي",
12         "phrasal_function": "خير",
13         "notes": NaN
14       },
15     ]
16   }
17 }

```

Gambar 3.2 Dataset format JSON

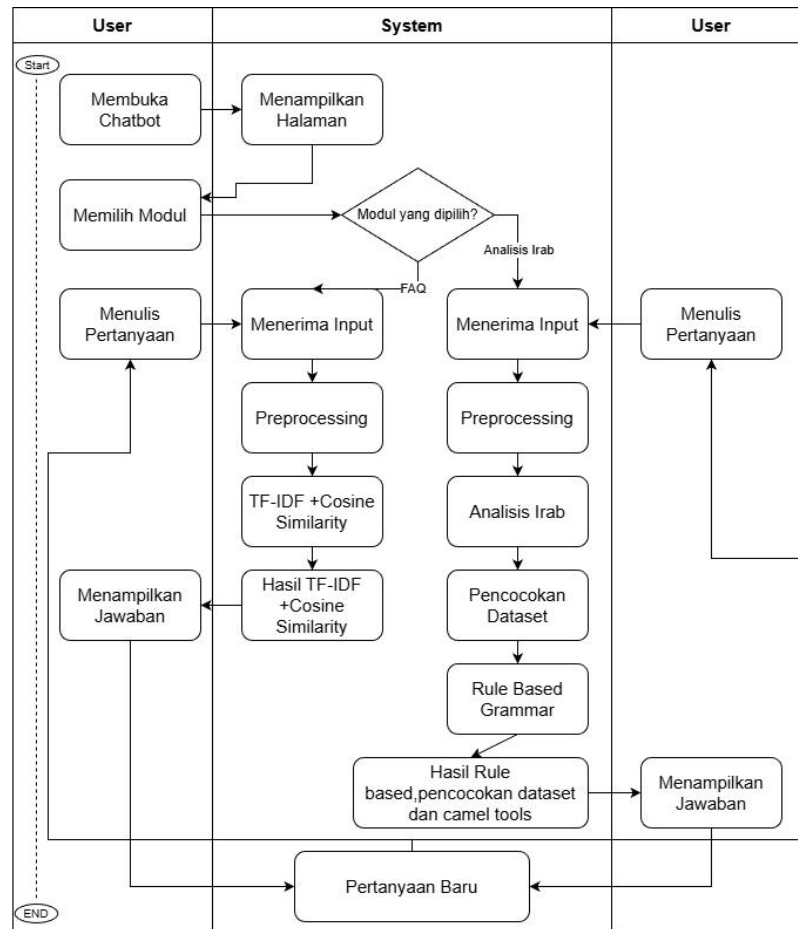
Format JSON ini selanjutnya dipakai sebagai sumber utama untuk pelatihan dan inferensi chatbot Nahwu yang berbasis NLP, karena strukturnya lebih mudah dipahami mesin dan memungkinkan pengambilan data morfologis serta sintaksis secara langsung.

3.3 Desain Sistem

Desain sistem dalam penelitian ini menunjukkan skema alur kerja untuk pengembangan chatbot interaktif pembelajaran Nahwu yang terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu modul FAQ dan modul I'rab. Tahap pertama dalam sistem ini adalah preprocessing data, yang berfokus pada pembersihan, normalisasi, dan persiapan teks untuk memudahkan pemrosesan oleh model. Modul FAQ menerapkan metode *Term Frequency–Inverse Document Frequency* (TF-IDF) dan *Cosine Similarity* untuk mencari jawaban yang paling tepat berdasarkan kesamaan antara pertanyaan pengguna dan kumpulan pertanyaan yang sudah ada. Dengan cara ini, sistem dapat memahami konteks pertanyaan secara semantik dan memberikan jawaban yang paling sesuai dengan makna pertanyaan pengguna.

Sementara itu, modul I'rab menekankan analisis struktur kalimat Arab melalui analisis morfologi yang memanfaatkan pustaka *Camel Tools*, diikuti oleh pencocokan terhadap dataset ayat Al-Qur'an (*dataset matching*), serta penerapan tata bahasa berbasis aturan untuk menentukan struktur dan fungsi kata dalam kalimat. Kedua modul itu selanjutnya digabungkan menjadi satu sistem yang berbasis *Natural Language Processing* (NLP) dan berfungsi secara sinergis untuk mengolah input pengguna, menentukan konteks pertanyaan, serta memberikan respons yang berguna. Dengan rancangan ini, chatbot dapat menyajikan layanan pembelajaran Nahwu yang interaktif, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam memahami struktur bahasa Arab serta *I'rab* Al-Qur'an.

Untuk memperjelas alur proses kerja dari sistem yang diusulkan, maka rancangan alur aktivitas sistem divisualisasikan dalam bentuk *activity* diagram. Diagram ini menunjukkan tahapan-tahapan utama yang terjadi mulai dari pengguna memasukkan pertanyaan atau teks Arab, proses *preprocessing*, pemilihan modul yang aktif (FAQ atau I'rab), hingga sistem memberikan hasil akhir berupa jawaban atau analisis I'rab kepada pengguna. *Activity* diagram yang menggambarkan alur kerja tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Activity Diagram

Pada pengembangan chatbot pembelajaran Nahwu berbasis python ini, Flask digunakan sebagai framework web utama yang berfungsi menghubungkan antarmuka pengguna dengan sistem pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing*). *Flask* berperan dalam menerima input berupa teks atau pertanyaan berbahasa Arab dari pengguna melalui halaman web, kemudian meneruskan input tersebut ke tahap *preprocessing* yang meliputi pembersihan dan normalisasi data. Setelah itu, *Flask* mengarahkan data ke modul yang sesuai, yaitu modul FAQ atau modul *I'rab* berdasarkan jenis permintaan pengguna.

3.3.1 Desain Web Berbasis Flask

Flask merupakan salah satu framework pengembangan aplikasi web berbasis Python yang sering digunakan dalam penelitian dan pembangunan aplikasi berbasis web karena sifatnya yang ringan, fleksibel, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai komponen lain dalam aplikasi (Haeruddin et al., 2025). Flask memberikan kemudahan kepada pengembang untuk menyusun struktur aplikasi secara modular sesuai kebutuhan tanpa memaksakan penggunaan komponen tertentu, sehingga cocok digunakan dalam pengembangan antarmuka dan backend pada sistem seperti chatbot pembelajaran yang memerlukan pengolahan logika interaktif dengan pengguna.

Desain antarmuka pengguna chatbot pembelajaran Nahwu dirancang dengan tampilan sederhana dan mudah digunakan agar pengguna dapat berinteraksi dengan sistem secara intuitif. Melalui antarmuka ini, pengguna dapat memilih mode pencarian yang tersedia, yakni FAQ Nahwu atau analisis kata dan kalimat. Selanjutnya user bisa memasukkan pertanyaan atau teks yang ingin diproses oleh sistem. Tampilan antarmuka chatbot pembelajaran Nahwu ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Interface Chatbot

3.3.2 Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* data adalah langkah yang sangat krusial dalam penelitian ini karena berfungsi untuk menyiapkan teks Arab sehingga dapat diproses secara optimal oleh sistem *Natural language processing*(NLP). Proses ini mencakup pembersihan dan normalisasi teks untuk menghapus unsur-unsur yang tidak perlu, seperti tanda baca, spasi berlebih, serta karakter non-Arab. Salah satu proses penting dalam tahap ini adalah penghilangan diakritik (harakat, *tanwīn*, *syaddah*, dan sejenisnya) yang sering terdapat dalam teks Arab digital. Penghilangan diakritik bertujuan supaya kata-kata yang memiliki bentuk fonetik berbeda tetapi akar morfologis sama tidak diperlakukan sebagai kata yang berbeda oleh sistem (Ayedh et al., 2016) , normalisasi dan penghapusan dikritik merupakan langkah krusial dalam pemrosesan teks Arab karena secara signifikan dapat meningkatkan akurasi analisis linguistik.

Tahap selanjutnya adalah normalisasi huruf atau penyeragaman bentuk karakter Arab yang memiliki variasi tulisan tetapi makna yang sama, seperti huruf alif pada “اَ”, “اِ”, dan “ا” yang disatukan menjadi “ا”. Normalisasi ini dilakukan untuk mencegah pengulangan representasi kata dalam dataset dan mengurangi ruang fitur pada proses analisis. Misalnya, kata “أَنَا” setelah melewati proses normalisasi akan menjadi “انا”. Bentuk yang telah dipermudah ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi akar kata dan struktur sintaksis secara lebih konsisten. Proses ini terbukti meningkatkan kinerja sistem NLP Arab, karena model dapat berkonsentrasi pada inti kata tanpa dipengaruhi variasi ortografis.

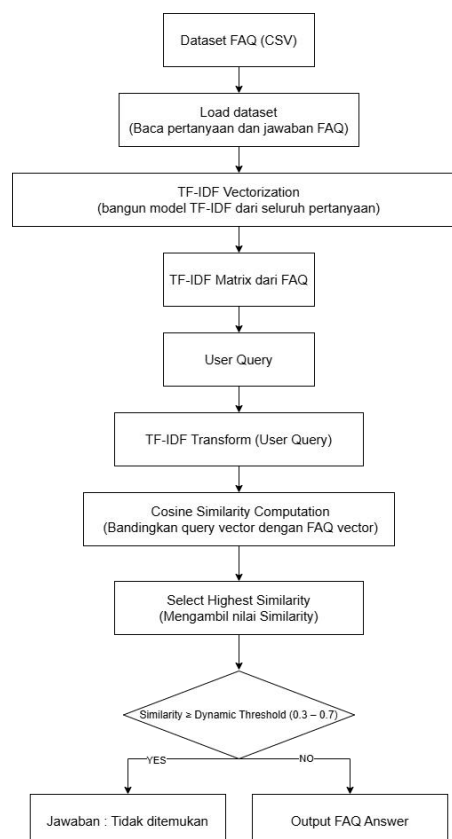
Tahap terakhir dalam *preprocessing* data adalah membersihkan tanda baca dan menyederhanakan spasi, di mana semua simbol non-alfabet seperti koma, titik, atau tanda tanya dihilangkan, dan spasi ganda diubah menjadi satu spasi. Output dari seluruh proses *preprocessing* ini adalah teks Arab yang telah dibersihkan, distandarisasi, dan siap untuk digunakan dalam tahap *tokenization* serta analisis morfologi dengan menggunakan *Camel Tools*. Dalam belajar ilmu Nahwu, fase ini sangat berpengaruh terhadap efektivitas sistem dalam mengenali jenis kata seperti ism, fi'il, dan ḥarf, yang kemudian menjadi landasan bagi sistem untuk menentukan posisi kata dalam kalimat (*mubtada'*, *khabar*, *fa'il*, atau *maf'ul*). (Alkaabi et al., n.d.) mengemukakan bahwa *preprocessing* teks Arab yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi komputasi, tetapi juga merupakan faktor penting dalam keberhasilan analisis linguistik pada sistem yang berbasis NLP. Untuk mempermudah pemahaman terhadap tahapan *preprocessing* yang dilakukan,

hasil proses penghapusan diakritik dan normalisasi huruf pada data ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Preprocessing data

No	Input	Penghapusan Diakritik	Normalisasi Huruf	Output
1	الطَّالِبُ مُجْتَهِدٌ	الطَّالِب مجتهد	→ الطالب مجتهد tasydid dihapus	الطالب مجتهد
2	أَوْلَادُ قَائِمٍ	الولد قائم	→ الولد قايم dinormalisasi ”اي” menjadi ”اي”	الولد قايم
3	المُعَلِّمُ حَاضِرٌ	المعلم حاضر	→ المعلم حاضر tasydid dihapus	المعلم حاضر

3.3.2 Modul Pertanyaan FAQ



Gambar 3. 5 Desain sistem FAQ

Pada bagian ini ditampilkan desain sistem untuk modul pertanyaan FAQ yang menggambarkan alur kerja sistem dalam memproses pertanyaan pengguna. Desain tersebut memberikan gambaran mengenai tahapan yang dilakukan, mulai dari penerimaan input hingga menghasilkan jawaban yang sesuai berdasarkan dataset yang telah disediakan. Adapun desain sistem modul FAQ dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Modul FAQ berperan sebagai elemen inti yang menangani pertanyaan-pertanyaan umum tentang ilmu Nahwu. Modul ini dibuat untuk mengolah masukan teks dari pengguna dan menyesuaikannya dengan dataset yang berisi kumpulan pertanyaan dan jawaban yang telah disusun sebelumnya. Proses dimulai dengan tahap pra-pemrosesan yang meliputi pembersihan teks dari karakter yang tidak perlu, normalisasi huruf, dan tokenisasi sehingga data siap untuk dianalisis secara komputasi. Selanjutnya, sistem penerapan metode *Term Frequency–Inverse Document Frequency* (TF-IDF) untuk menggambarkan setiap pertanyaan sebagai vektor numerik yang menunjukkan signifikansi setiap kata dalam koleksi data. Representasi ini memfasilitasi sistem untuk mengenali sejauh mana keterkaitan antara pertanyaan berdasarkan nilai kata yang berarti dalam konteks tertentu.

Tahap berikutnya, *Cosine Similarity* diterapkan untuk mengukur sejauh mana kesamaan antara pertanyaan yang diajukan oleh pengguna dan semua pertanyaan dalam dataset. Nilai kesamaan tertinggi menunjukkan pertanyaan yang paling berkaitan, dan jawaban yang cocok dengan pertanyaan itu kemudian disajikan kepada pengguna. Metode ini dipilih karena efektif dalam mengevaluasi kesamaan semantik antara kalimat tanpa memerlukan pelatihan model berbasis

pembelajaran mendalam. Menggunakan gabungan TF-IDF dan *Cosine Similarity*, modul FAQ dapat memberikan jawaban yang cepat, tepat, dan relevan, sehingga meningkatkan interaktivitas serta pengalaman belajar pengguna dalam memahami konsep-konsep dasar ilmu Nahwu.

1. TF-IDF

Term Frequency–Inverse Document Frequency (TF-IDF) adalah teknik representasi teks yang digunakan untuk mengkonversi data teks menjadi format numerik sehingga dapat diolah oleh sistem komputer. Konsep ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu *Term Frequency* (TF) dan *Inverse Document Frequency* (IDF). *Term Frequency* (TF) mengukur frekuensi kemunculan suatu kata dalam sebuah dokumen, yang mencerminkan pentingnya kata itu terhadap konten dokumen tersebut. Rumus utama TF (Putra et al., n.d.) dinyatakan dengan Persamaan 3.3.

$$TF(t, d) = \sum_k \frac{f_{k,d}}{f_{t,d}} \quad (3.3)$$

Dimana $f_{t,d}$ adalah jumlah kemunculan term t dalam dokumen d . Sementara itu, *Inverse Document Frequency* (IDF) dipakai untuk menilai seberapa besar suatu kata dalam keseluruhan kumpulan data. Kata-kata yang sering muncul dalam berbagai dokumen (seperti kata-kata umum seperti “apa” atau “adalah”) dianggap kurang bernilai informasi dan memiliki IDF yang rendah. Rumus IDF (Putra et al., n.d.) dinyatakan dengan Persamaan 3.4 .

$$IDF(t) = \log \frac{N}{df(t)} \quad (3.4)$$

Dengan N adalah jumlah seluruh dokumen dan n_t adalah jumlah dokumen yang mengandung term t . Nilai akhir TF-IDF diperoleh dari hasil perkalian kedua komponen, seperti Persamaan 3.5.

$$TFIDF(t, d) = TF(t, d) \times IDF(t) \quad (3.5)$$

Dalam konteks modul FAQ, metode TF-IDF diterapkan untuk merepresentasikan setiap pertanyaan dalam dataset dan pertanyaan pengguna sebagai vektor numerik. Sebagai contoh, terdapat dua pertanyaan, yaitu Q_1 : “Apa itu isim?” dan Q_2 : “Apa pengertian dari isim?”. Selanjutnya Kedua kalimat diproses dengan metode TF-IDF untuk menghitung nilai kepentingan setiap kata. Kata yang sering muncul tetapi tidak memiliki arti tertentu seperti “apa” atau “yang” akan memiliki nilai bobot rendah, sedangkan kata-kata yang khas dan jarang muncul seperti “*isim*” akan mempunyai bobot lebih tinggi karena dianggap paling mewakili konteks pertanyaan. Hasil perhitungan nilai TF-IDF untuk setiap kata dapat digambarkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil perhitungan TF-IDF

Kata	Q₁	Q₂
apa	0.5	0.4
itu	0.5	0.0
yang	0.0	0.3
dimaksud	0.0	0.4

dengan	0.0	0.3
isim	0.7	0.8

Dari tabel itu tampak bahwa kata “isim” memiliki nilai TF-IDF tertinggi di kedua pertanyaan, yang mengindikasikan bahwa kata tersebut merupakan penentu utama persamaan makna antara pertanyaan-pertanyaan tersebut. Nilai-nilai tersebut selanjutnya diterapkan sebagai representasi vektor dalam proses perhitungan Cosine Similarity untuk mengukur tingkat kesamaan antara Q_1 dan Q_2 . Semakin dekat kesamaan bobot antara kata-kata yang krusial, maka semakin tinggi nilai kesamaan (similarity score) di antara dua pertanyaan itu.

2. Cosine Similarity

Cosine Similarity adalah metode yang digunakan untuk mengukur sejauh mana dua objek saling mirip. Metode Kesamaan *Cosinus* digunakan untuk menghitung nilai *cosinus* dari sudut di antara dua vektor serta mengukur kedekatan antara dua dokumen dengan menunjukkan kesamaan antara vektor *query* dan vektor dokumen yang menghasilkan sudut *cosinus* x di antara kedua vektor tersebut (supiyanto & sriyono, 2023). Dalam konteks proyek chatbot ini, *Cosine Similarity* berfungsi untuk membandingkan pertanyaan yang diajukan pengguna dengan semua pertanyaan dalam dataset FAQ. Setelah setiap pertanyaan diubah menjadi vektor TF-IDF, *Cosine Similarity* mengukur sejauh mana dua vektor tersebut memiliki kemiripan arah tanpa mempertimbangkan panjangnya.

Rumus *Cosine Similarity* dapat dihitung dengan Persamaan 3.6.

$$\text{Cosine Similarity}(A, B) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \times \|B\|} \quad (3.6)$$

dengan \cdot merupakan hasil dari perkalian titik (*dot product*) antara dua vektor, sementara $\|A\|$ dan $\|B\|$ menunjukkan panjang (magnitudo) dari setiap vektor. Dalam sistem ini, setiap pertanyaan diwakili sebagai vektor TF-IDF seperti yang ditampilkan pada tabel sebelumnya. Sebagai ilustrasi, jika vektor TF-IDF untuk pertanyaan dataset (Q_1) adalah $[0.5, 0.5, 0, 0, 0, 0.7]$ dan untuk pertanyaan pengguna (Q_2) adalah $[0.4, 0, 0.3, 0.4, 0.3, 0.8]$, maka perhitungan *Cosine Similarity* dilakukan dengan Persamaan 3.7.

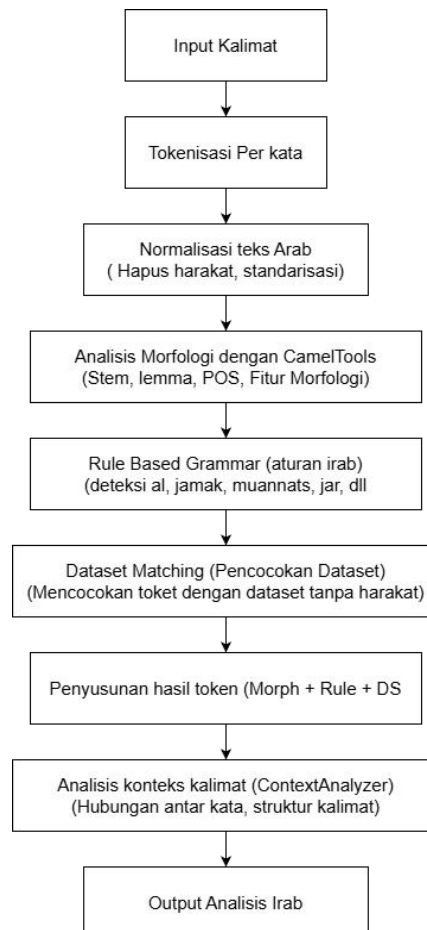
$$\begin{aligned} \text{Cosine Similarity}(Q_1, Q_2) &= \frac{(0.5 \times 0.4) + (0.5 \times 0) + (0 \times 0.3) + (0 \times 0.4) + (0 \times 0.3) + (0.7 \times 0.8)}{\sqrt{(0.5^2 + 0.5^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0.7^2)} \times \sqrt{(0.4^2 + 0^2 + 0.3^2 + 0.4^2 + 0.3^2 + 0.8^2)}} \\ &= \frac{(0.2 + 0.56)}{\sqrt{0.99} \times \sqrt{1.3}} = \frac{0.76}{1.134} \approx 0.67 \end{aligned} \quad (3.7)$$

Nilai 0.67 menunjukkan bahwa pertanyaan pengguna "Apa yang dimaksud dengan isim?" memiliki tingkat kesamaan sebesar 67% dengan pertanyaan dalam dataset "Apa itu isim?". Nilai kesamaan tertinggi ini selanjutnya dibandingkan dengan nilai *threshold* yang telah ditetapkan pada sistem.

Dalam modul FAQ, nilai *threshold* digunakan sebagai batas minimum untuk menemukan apakah tingkat kesamaan antara pertanyaan pengguna dan pertanyaan dalam dataset cukup layak untuk menghasilkan jawaban. *Threshold* berperan sebagai mekanisme pengambilan keputusan akhir setelah nilai *Cosine Similarity* dihitung. Untuk memperoleh nilai *threshold* yang sesuai, dilakukan pengujian menggunakan beberapa nilai *threshold* yaitu 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7,

0.8 dan *threshold* dinamis. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh perubahan nilai *threshold* terhadap jumlah pertanyaan yang berhasil dijawab dan ditolak oleh sistem. Hasil dari pengujian akan digunakan sebagai dasar evaluasi dalam menentukan nilai *threshold* yang paling sesuai. Setelah didapatkan nilai *threshold* nya maka nilai *threshold* ini akan dibandingkan dengan score tertinggi dari *cosine similarity*.

3.3.3 Modul Analisis I'rab



Gambar 3.6 Desain sistem Analisis I'rab

Desain sistem untuk modul analisis i'rab yang menggambarkan alur proses analisis morfologi dapat dilihat pada Gambar 3.6 . Modul analisis *I'rab* adalah elemen utama yang berperan dalam menganalisis morfologi dan struktur tata bahasa kata atau frasa dalam bahasa Arab. Tujuan utama modul ini adalah untuk membantu pengguna memahami posisi kata (*I'rab*) dalam kalimat menurut kaidah ilmu nahwu. Proses analisis dilakukan melalui beberapa langkah utama, yakni analisis morfologi, pencocokan dataset (*dataset matching*), dan penerapan aturan yang berbasis kaidah (*rule-based grammar*). Oleh karena itu, modul ini tidak hanya menunjukkan makna kata, tetapi juga menguraikan fungsi sintaksisnya dalam konteks frasa atau kalimat yang diberikan.

Di tahap analisis morfologi, sistem memanfaatkan pustaka *Camel Tools* (sebuah library NLP untuk bahasa Arab) yang berfungsi membagi kata menjadi elemen morfologinya seperti akar kata (*root*), bentuk kata (*stem*), dan kategori gramatikal nya (nomina, verba, preposisi, dan lainnya)(Obeid et al., n.d.). Analisis ini selanjutnya dianalisis dengan dataset MASAQ (*Morphologically Annotated Standard Arabic Quran*) (Sawalha, n.d.) yang menyimpan anotasi morfologi dan struktur *I'rab* secara lengkap dari kata-kata dalam Al-Qur'an. Proses pencocokan dataset ini dilakukan untuk mencari kesesuaian antara kata masukan dengan entri yang telah ada dalam dataset. Sesudah terdapat kesesuaian, sistem menggunakan aturan yang berdasar pada kaidah nahwu untuk menetapkan posisi dan peran kata dalam kalimat, seperti *fa'il*, *maf'ul bih*, atau *mubtada'-khabar*.

Dengan menggabungkan analisis morfologi, pencocokan dataset, dan *rule based grammar*, modul *I'rab* ini dapat menghasilkan analisis yang tepat dan

mudah dimengerti. Modul ini juga menjadi faktor pembeda utama dibandingkan chatbot biasa lainnya, karena sistem bukan hanya menjawab pertanyaan teks, tetapi juga melakukan pemahaman linguistik yang mendalam terhadap struktur bahasa Arab sesuai dengan ilmu nahwu.

1. Analisis Morfologi

Morfologi atau tata bentuk ialah bidang linguistik yang mempelajari susunan kata secara gramatikal. Sedangkan proses morfologis adalah suatu proses yang mengubah leksem atau satuan leksikal menjadi kata. Dari akar dan pola, tersebutlah kata dalam bahasa Arab terbentuk (Ayu Sekar Sari et al., 2025). Proses ini membantu sistem dalam memahami struktur internal kata Arab yang kaya akan afiks, imbuhan, dan varian bentuk. Dalam penelitian ini, analisis morfologi dilakukan dengan menggunakan library *Camel Tools*. *Camel Tools* merupakan *toolkit Natural Language Processing (NLP)* yang dikembangkan khusus untuk bahasa Arab. *Camel Tools* menggunakan metode morfologi berbasis *finite state* untuk menghasilkan analisis yang mencakup data seperti *part-of-speech (POS)*, jenis kelamin, jumlah, serta fitur morfologis lain yang berkaitan dengan struktur sintaksis kalimat (Obeid et al., n.d.).

Analisis dimulai ketika pengguna mengetikkan teks berbahasa Arab ke dalam sistem. Setiap kata akan dinormalisasi terlebih dahulu — dihilangkan harakat (tanda baca seperti َ ُ ِ), diseragamkan bentuk huruf seperti “|“ ,”|”, dan “|” menjadi “|”, serta dihapus tanda baca yang bukan Arab. Setelah proses normalisasi tersebut, sistem mengirim kata itu ke *Camel Tools Analyzer*. *Analyzer*

selanjutnya mengevaluasi kata masukan terhadap pola morfologis yang ada di dalam databasenya. Contohnya, untuk kata “يكتبون”, sistem mengidentifikasi bahwa bentuk ini sesuai dengan pola *fi‘il mudhari‘* karena memiliki awalan “يـ” dan akhiran “ون”. Dari pola itu, analyzer dapat mengenali bahwa lemma (bentuk dasarnya) adalah “كتب” (kataba), dengan POS (*Part of Speech*) “VERB”, serta fitur morfologis “maskulin, jamak, tidak sempurna”

Proses ini juga menghasilkan berbagai kemungkinan analisis untuk satu kata, karena dalam bahasa Arab satu bentuk dapat memiliki lebih dari satu arti tergantung pada konteks. Contohnya, kata “كتب” bisa berarti “ia menulis” (*fi‘il madhi*) atau “buku” (*isim*). *Camel Tools* selanjutnya menyajikan daftar analisis yang mencakup informasi seperti *lemma*, kategori POS, serta fitur tambahan (*gender*, jumlah, kasus, dll). Dalam sistem ini, hasil analisis yang paling tepat dipilih dengan mempertimbangkan kesesuaian konteks kalimat atau dengan mencocokkan hasil *lemma* ke dalam dataset MASAQ (Sawalha, n.d.) yang telah dianotasi. Melalui proses ini, sistem dapat mengenali dengan tepat struktur kata dan menentukan bahwa suatu kata berfungsi sebagai *noun*, *verb*, atau elemen gramatikal lainnya, sehingga mendukung otomatisasi analisis *I‘rab*.

2. Penyesuaian Dataset

Proses pencocokan dataset dilakukan dengan mencocokkan kata-kata dari analisis morfologi dengan entri yang ada di dalam dataset MASAQ (*Morphologically-Analyzed and Syntactically-Annotated Quran Dataset*) (Sawalha, n.d.). Proses ini dilakukan dengan mencocokkan bentuk kata tanpa harakat dari masukan pengguna dengan entri yang terdapat dalam dataset. Saat

sebuah kata terdeteksi dalam dataset, sistem akan mengumpulkan informasi linguistik yang berkaitan seperti tag morfologis, peran sintaksis, suasana kasus, dan fungsi frasa. Melalui metode ini, sistem dapat menunjukkan hasil analisis yang lebih mendalam dan terfokus, mencakup fungsi sintaksis serta posisi *i'rab* suatu kata dalam kalimat. Sebagai contoh, ketika pengguna memasukkan kata “بِسْمِ”, sistem akan menormalkan kata tersebut menjadi “بِسْمِ” lalu mencocokkannya dengan entri pada dataset. Untuk memberikan gambaran mengenai struktur data yang digunakan dalam proses analisis, contoh dataset yang memuat informasi seperti normalisasi kata *morph_tag*, peran sintaksis, *case_mood*, serta fungsi frasa disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Dataset

No	Input	Normalisasi (Tanpa Harakat)	Morph Tag	Syntactic Role	Case Mood	Phrasal Function
1.	بِسْمِ	بِسْمِ	Prep	حرف جر	مبني	خبر
2.	اللَّهِ	اللَّهِ	Noun_Prop	مضاف إليه	مجرور	-
3.	الرَّحْمَنِ	الرَّحْمَنِ	Noun_Prop	نعت	مجرور	-

Dari Tabel 3.3 terlihat bahwa setiap kata dalam ayat “بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ” dapat dianalisis secara morfologis dan sintaksis dengan terang. Proses pencocokan semacam ini sangat vital karena mendukung sistem dalam mengidentifikasi peran kata dalam konteks kalimat, bukan hanya sekadar bentuknya saja.

3. Rule Based Grammar

Modul *rule-based grammar* dalam sistem ini dibuat untuk melakukan analisis *i'rab* secara otomatis dan sederhana berdasarkan pola-pola umum yang

terdapat dalam gramatika Arab klasik (ilmu nahwu). Pendekatan ini tidak memanfaatkan model pembelajaran mesin, melainkan menerapkan aturan tetap (*fixed grammatical rules*) yang diambil dari prinsip-prinsip dasar dalam kitab-kitab nahwu seperti *Matan al-Jurumiyyah*, *Alfiyah Ibnu Malik*, dan *Qathr al-Nada wa Ball al-Shada* (Ash-Shanhaji & Abu ‘Abdillah Muhammad bin Daud, 2009) (Malik & Abdullah, 2008). Sistem mengidentifikasi ciri-ciri bentuk kata dengan meneliti awalan dan akhiran, seperti awalan “لـ” yang menunjukkan *isim ma’rifah*, akhiran “ون” atau “ين” sebagai bentuk *jamak mudzakkar salim*, serta akhiran “ة” yang menunjukkan *muannats* (bentuk feminin). Pendekatan yang menggunakan aturan ini mendukung pengelompokan jenis kata sebelum melanjutkan ke tahap analisis yang lebih rumit (Ash-Shanhaji & Abu ‘Abdillah Muhammad bin Daud, 2009).

Konsep pengenalan struktur kalimat dalam modul ini juga mengikuti prinsip pembagian kalimat dalam *Matan al-Jurumiyyah*, yaitu *jumlah ismiyyah* (kalimat yang dimulai dengan isim) dan *jumlah fi’liyyah* (kalimat yang dimulai dengan fi’il). Aturan ini krusial karena susunan kalimat menentukan letak *i’rab* dari setiap kata di dalamnya, apakah berfungsi sebagai *mubtada’*, *khobar*, *fa’il*, atau *maf’ul bih*. Sementara itu, dalam *Alfiyah Ibnu Malik* dijelaskan bahwa ciri-ciri *isim* dapat dilihat dari kemampuannya menerima tanwīn dan alif lam ta’rīf, serta dapat menerima huruf jar (Malik & Abdullah, 2008) (al-Anshari, 2011). Prinsip ini diterapkan dalam sistem untuk mengidentifikasi kata benda yang bersifat *definit* (*Isim Ma’rifah*) tau *indefinite* (*Isim Nakirah*).

Dengan cara ini, tata bahasa berbasis aturan dalam penelitian ini berperan sebagai analisis *i'rab* dasar yang menggunakan kaidah nahwu klasik untuk memberikan pemahaman awal tentang struktur kalimat. Sistem ini belum melibatkan analisis *i'rab* tingkat lanjut seperti identifikasi *ta'alluq* atau *'amil-ma'mūl* secara menyeluruh, namun dapat menghasilkan informasi awal berupa pengenalan jenis kata dan struktur kalimat sederhana. Strategi ini sesuai dengan sasaran penelitian, yaitu mendukung siswa dalam memahami struktur kalimat Arab melalui analisis yang sederhana dan merujuk pada sumber nahwu yang terpercaya. Berikut 4 *rule based* yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk analisis kalimat:

1. Jika kata pertama dalam kalimat berjenis isim (*Morph_tag* = *NOUN*), dan diikuti oleh kata kedua yang berjenis isim atau kata sifat (*NOUN / ADJ*), maka kalimat diklasifikasikan sebagai jumlah ismiyyah.
2. Jika kata pertama adalah *fi'il* (*Morph_tag* = *VERB_PAST*, *VERB_PRESENT*, atau *VERB_IMPERATIVE*), maka kalimat diklasifikasikan sebagai jumlah *fi'liyyah*.
3. Jika kalimat diawali dengan isim dan *Case_Mood* = *Marfū'* (مرفوع), maka kata tersebut berfungsi sebagai *Mubtada'*. Jika ditemukan kata isim setelah *mubtada'* dengan *Case_Mood* = *Marfū'*, maka kata tersebut diidentifikasi sebagai *Khabar*.
4. Jika dalam kalimat ditemukan pola kata berupa huruf (*Morph_tag* = *PREP/HURUF_JAR*) yang diikuti oleh isim (*Morph_tag* = *NOUN*) dengan *Case_Mood* = *Majrur* (مجرور), maka struktur tersebut

5. diklasifikasikan sebagai jar majrur. Struktur ini membentuk satu kesatuan makna dan berfungsi sebagai keterangan dalam kalimat.

Selanjutnya *rule based* untuk analisis kata, keseluruhan *rule based* untuk analisis kata ada 63 *rule based* yang mencakup 3 kaidah nahwu yakni *fi'il*, *isim* dan huruf.

Berikut beberapa *rule based* nya :

1. Jika nilai *Case_Mood* adalah “منصوب”, maka kata diklasifikasikan ke dalam *I'rab Nasab*, yang umumnya ditandai dengan harakat fathah dan sering berfungsi sebagai *maf'ūl bih*, *ḥāl*, *tamyīz*, atau *khobar kāna*.
2. Jika nilai *Case_Mood* adalah “مجرور”, maka kata diklasifikasikan ke dalam *I'rab Jar*, yang biasanya ditandai dengan harakat kasrah dan terjadi karena didahului huruf jar atau sebagai *mudhāf ilaih*.
3. Jika nilai *Case_Mood* adalah “مرفوع”, maka kata diklasifikasikan ke dalam *I'rab Rafa'*, yang ditandai dengan harakat *ḍammah* dan umumnya berperan sebagai *mubtada'*, *khobar*, atau *fā'il*.
4. Jika nilai *Case_Mood* adalah “مجزوم”, maka kata diklasifikasikan ke dalam *I'rab Jazm*, yang biasanya ditandai dengan sukun atau tanda *jazm* lainnya pada *fi'il muḍāri'*.

Berdasarkan keempat *rule based* yang telah dijelaskan, sistem melakukan analisis terhadap setiap kata dalam kalimat untuk menentukan klasifikasi *i'rab* berdasarkan nilai *Case_Mood*. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi gramatikal kata seperti *rafa'*, *nasab*, *jar* dan *jazm*. Hasil input output pada sistem ini terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Input dan Output

No	Input	Output
1.	الطَّالِبُ مُجْتَهِدٌ	<ul style="list-style-type: none"> • (الطَّالِبُ) (**الطالب**) <ul style="list-style-type: none"> • Jenis: Isim Fā'il • Penjelasan: Isim musytaq yang menunjukkan pelaku perbuatan. • Jenis: 'Irab Rafa • Penjelasan: Isim yang berstatus marfū' dengan tanda rafa berupa ḍammah. • (مُجْتَهِدٌ) (**مجتهد**) <ul style="list-style-type: none"> • Jenis: Isim • Penjelasan: Isim adalah kata yang menunjukkan makna dengan sendirinya dan tidak berkaitan dengan waktu. • CamelTools (fallback): noun (None) <p>==== Analisis Konteks Kalimat ====</p> <p>Jenis Kalimat: Jumlah Ismiyah Penjelasan: Jumlah Ismiyah adalah kalimat yang diawali oleh isim dan tersusun dari muftada dan khabar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muftada: الطَّالِبُ <ul style="list-style-type: none"> ↳ Muftada adalah isim yang berada di awal jumlah ismiyah dan menjadi pokok pembicaraan. • Khabar: مُجْتَهِدٌ <ul style="list-style-type: none"> ↳ Khabar adalah bagian jumlah ismiyah yang memberi informasi tentang muftada.
2.	يَأْكُلُونَ قَائِمٌ	<ul style="list-style-type: none"> • (الْوَالِدُ) (**الولد**) <ul style="list-style-type: none"> • Jenis: Isim • Penjelasan: Isim adalah kata yang menunjukkan makna dengan sendirinya dan tidak berkaitan dengan waktu. • CamelTools (fallback): noun (None) • (قَائِمٌ) (**قائم**) <ul style="list-style-type: none"> • Jenis: Isim Fā'il • Penjelasan: Isim musytaq yang menunjukkan pelaku perbuatan. • Jenis: 'Irab Rafa • Penjelasan: Isim yang berstatus marfū' dengan tanda rafa berupa ḍammah. <p>==== Analisis Konteks Kalimat ====</p>

		<p>Jenis Kalimat: Jumlah Ismiah</p> <p>Penjelasan: Jumlah Ismiah adalah kalimat yang diawali oleh isim dan tersusun dari muftada dan khabar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muftada: الْوَلَدُ ↳ Muftada adalah isim yang berada di awal jumlah ismiah dan menjadi pokok pembicaraan. • Khabar: قَائِمٌ ↳ Khabar adalah bagian jumlah ismiah yang memberi informasi tentang muftada.
3.	القلمُ جديدٌ	<ul style="list-style-type: none"> • (المُعَلِّمُ)** (المعلم)** • Jenis: Isim • Penjelasan: Isim adalah kata yang menunjukkan makna dengan sendirinya dan tidak berkaitan dengan waktu. • CamelTools (fallback): noun (None) <ul style="list-style-type: none"> • (حَاضِرٌ)** (حاضر)** • Jenis: Fi‘il Muḍāri‘ • Penjelasan: Fi‘il yang menunjukkan perbuatan yang sedang atau akan terjadi. • CamelTools (fallback): verb (None) <p>=== Analisis Konteks Kalimat ===</p> <p>Jenis Kalimat: Jumlah Ismiah</p> <p>Penjelasan: Jumlah Ismiah adalah kalimat yang diawali oleh isim dan tersusun dari muftada dan khabar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muftada: المُعَلِّمُ ↳ Muftada adalah isim yang berada di awal jumlah ismiah dan menjadi pokok pembicaraan. • Khabar: حَاضِرٌ ↳ Khabar adalah bagian jumlah ismiah yang memberi informasi tentang muftada.

3.3.4 Integrasi modul dan alur kontrol

Integrasi modul dalam sistem ini dilakukan dengan menggunakan kerangka aplikasi web yang dibangun di atas *Flask*, menghubungkan dua

komponen utama, yaitu modul FAQ dan modul *I'rab*. Ketika pengguna membuka antarmuka dan mengajukan pertanyaan melalui formulir, aplikasi akan pertama-tama memeriksa parameter mode (*faq* atau *i'rab*) dari `request.form['mode']`. Berdasarkan mode yang dipilih, sistem akan memanggil modul yang relevan: jika `mode = "faq"`, maka modul FAQ Engine akan dijalankan untuk mencari jawaban; jika `mode = "irab"`, maka modul Irab Engine akan diaktifkan untuk melakukan analisis morfologi, pencocokan dataset, dan tata bahasa berbasis aturan. Setelah modul dieksekusi, hasil yang didapatkan (jawaban atau analisis *I'rab*) dikirimkan ke template HTML (`index.html`) bersamaan dengan input dari pengguna dan mode yang aktif, untuk kemudian ditampilkan kepada pengguna.

Alur kontrol ini dapat diilustrasikan sebagai berikut: pengguna → input teks + mode → *server Flask* → pemilihan engine (FAQEngine / IrabEngine) → pemrosesan (*preprocessing*, pencocokan/matching, analisis aturan) → hasil/output → ditampilkan ke antarmuka. Pendekatan modul-terpisah ini sejalan dengan kerangka kerja chatbot modular yang terdapat dalam literatur, di mana sistem dibagi menjadi subsistem dengan fungsi tertentu (misalnya pencarian FAQ, analisis morfologi, generasi jawaban) untuk mempermudah pemeliharaan, pengembangan, dan pengujian secara mandiri (Kern et al., 2024).

Keberadaan pemisahan tegas antara modul FAQ dan modul *I'rab* memudahkan pengembang dalam melaksanakan pengujian terpisah, memperbarui dataset atau aturan tanpa mengganggu modul lain, serta meningkatkan kemampuan skalabilitas sistem di masa mendatang. Melalui integrasi menggunakan aplikasi web, pengguna cukup memasukkan satu antarmuka saja,

sementara sistem menangani pembagian alur dan pengaturan secara internal. Referensi lain juga menguraikan signifikansi arsitektur seperti ini dalam pengembangan chatbot yang terorganisir berbasis NLP.

3.4 Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk menilai kemampuan chatbot interaktif pembelajaran Nahwu yang telah dikembangkan apakah berfungsi sesuai tujuan, yaitu memberikan jawaban yang tepat terhadap pertanyaan pengguna serta melakukan analisis *i'rab* sederhana dengan akurat. Evaluasi ini memusatkan perhatian pada pengujian teknis (evaluasi kinerja sistem) dan mengikutsertakan uji pengguna, sehingga penilaian difokuskan pada tingkat keakuratan, ketepatan respon, dan efisiensi sistem dalam memproses masukan teks Arab. Menurut (Putra et al., n.d.) pengujian sistem yang menggunakan NLP dapat dilakukan dengan mengevaluasi kinerja model terhadap data referensi atau *ground truth* yang telah ditetapkan sebelumnya, guna menilai sejauh mana keandalan model dalam memahami teks. Sehingga, dalam penelitian ini, uji coba dilakukan pada dua komponen utama, yaitu modul *FAQ Engine* yang menerapkan metode TF-IDF dan *Cosine Similarity*, serta modul *I'rab Engine* yang didasarkan pada tatabahasa berbasis aturan.

Dalam modul FAQ, evaluasi dilakukan untuk menganalisis pengaruh metode pengukuran kemiripan teks (*similarity*) dan representasi fitur teks terhadap kinerja sistem FAQ. Eksperimen ini dilakukan dengan membandingkan dua metode pengukuran kemiripan teks, yaitu *cosine similarity* dan *jaccard similarity*,

yang keduanya digunakan untuk menghitung tingkat kedekatan antara pertanyaan pengguna dan pertanyaan yang terdapat pada basis pengetahuan chatbot.

Metode *cosine similarity* bekerja dengan menghitung sudut kemiripan antara dua vektor TF-IDF sehingga mampu menangkap hubungan semantik berdasarkan bobot kata dalam dokumen. Sementara itu, *Jaccard similarity* mengukur tingkat kesamaan berdasarkan jumlah kata yang sama dibandingkan dengan total kata unik yang muncul pada dua kalimat. Dengan membandingkan kedua metode tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode *similarity* yang memberikan hasil pencarian jawaban paling relevan pada sistem chatbot pembelajaran nahwu.

Selain membandingkan *similarity*, penelitian ini juga melakukan pengujian terhadap panjang representasi fitur TF-IDF. Panjang TF-IDF dalam penelitian ini merujuk pada jumlah fitur kata yang digunakan dalam proses pembobotan teks. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi jumlah fitur 50,100, dan 137 fitur TF-IDF. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah jumlah fitur yang digunakan dalam proses representasi teks berpengaruh terhadap kemampuan sistem dalam menemukan jawaban yang paling relevan. Dengan demikian, kombinasi pengujian yang dilakukan terdiri dari dua model *similarity* dan tiga variasi panjang fitur TF-IDF, sehingga menghasilkan enam skenario pengujian yang berbeda. Setiap skenario diuji menggunakan dataset pertanyaan yang sama untuk memastikan perbandingan dilakukan secara adil.

Selain itu, untuk menguji kemampuan sistem dalam memahami variasi kalimat yang memiliki makna serupa, penelitian ini juga menerapkan model variasi pertanyaan. Dataset pengujian terdiri dari 20 pertanyaan utama yang berkaitan dengan materi nahwu. Setiap pertanyaan utama kemudian dikembangkan menjadi 5 variasi kalimat yang berbeda namun memiliki makna yang sama, sehingga total pertanyaan yang digunakan dalam pengujian adalah 100 pertanyaan. Variasi ini bertujuan untuk mensimulasikan kondisi nyata ketika pengguna mengajukan pertanyaan dengan susunan kata yang berbeda. Dalam perhitungannya menggunakan Persamaan 3.8

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Jawaban\ Relevan}{Total\ Pertanyaan\ Uji} \times 100\% \quad (3.8)$$

Sebagai contoh, apabila dari 30 pertanyaan yang diuji, sistem menjawab 22 pertanyaan secara relevan dan 8 tidak relevan, maka akurasi chatbot dapat dihitung dengan Persamaan 3.9.

$$Akurasi = \frac{22}{30} \times 100\% = 73\% \quad (3.9)$$

Nilai ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat ketepatan jawaban sebesar 73 %. Pendekatan semacam ini juga digunakan dalam penelitian (supiyanto & sriyono, 2023) untuk menilai kinerja model berbasis TF-IDF dan Cosine Similarity pada chatbot pendidikan.

Sementara itu, evaluasi untuk modul *I'rab* dilakukan dengan menguji kemampuan sistem dalam mengenali struktur kalimat Arab sederhana berdasarkan kaidah Nahwu. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil analisis sistem dengan hasil analisis ahli terhadap sejumlah kalimat uji yang terdiri dari unsur *mubtada'*, *khobar*, *fa'il*, dan *maf'ul bih*. Penilaian dilakukan menggunakan matrix accuracy dan error rate dengan Persamaan 3.10 .

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Analisis\ Benar}{Total\ Kata\ yang\ Dianalisis} \times 100\% \quad (3.10)$$

Sebagai ilustrasi, dari 120 kata dalam 30 kalimat uji, sistem berhasil mengidentifikasi 105 kata dengan fungsi sintaksis yang benar dan salah pada 15 kata. Maka akurasi analisis i'rab adalah 87,5 %. Hasil ini menunjukkan bahwa *rule-based grammar* yang digunakan mampu mendeteksi pola struktur kalimat dasar dengan cukup baik, meskipun masih memiliki keterbatasan pada kalimat kompleks, sejalan dengan temuan (Sofyan & Arroyan, 2025) yang menyebutkan bahwa struktur sintaksis Arab kompleks masih menjadi tantangan bagi sistem NLP berbasis aturan.

Selanjutnya, untuk menjamin efisiensi sistem dalam kondisi penggunaan sebenarnya, dilakukan pengukuran rata-rata waktu respons (*response time*), yaitu durasi yang diperlukan sistem mulai dari menerima input hingga menampilkan hasil analisis. Pengujian ini dilakukan dengan memanfaatkan fungsi pengukuran waktu dalam bahasa Python, dengan rata-rata waktu respon sebesar sekitar 1,8 detik untuk pertanyaan FAQ dan 2,3 detik untuk analisis i'rab. Menurut (Kern et

al., 2024) Chatbot pendidikan dengan waktu respons kurang dari 3 detik sudah dianggap responsif dan cocok digunakan dalam konteks pembelajaran daring. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem chatbot pembelajaran Nahwu ini berfungsi dengan baik dalam hal akurasi dan efisiensi proses, serta dapat dijadikan landasan untuk pengembangan lebih lanjut dengan menggunakan model NLP yang lebih adaptif terhadap struktur bahasa Arab yang rumit.

Selain evaluasi kinerja teknis, penelitian ini juga menggunakan *System Usability Scale* (SUS) yang berfungsi untuk menilai tingkat *usability* atau kemudahan penggunaan sistem chatbot pembelajaran *Nahwu*. SUS merupakan alat evaluasi *usability* yang dikembangkan oleh Brooke dan banyak digunakan dalam penelitian sistem interaktif karena bersifat sederhana, cepat, serta mampu memberikan gambaran umum mengenai tingkat penerimaan pengguna terhadap suatu sistem. Metode SUS terdiri dari 10 pertanyaan yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, konsistensi, kompleksitas sistem, serta kepercayaan pengguna dalam mengoperasikan sistem, dengan skala penilaian Likert 1-5 mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju (Salim Nurul Umam et al., n.d.). Nilai 1 berarti “Sangat tidak setuju” dilanjut oleh 2 “Tidak setuju” , yang menunjukkan tingkat setuju dengan intensitas berbeda. Selanjutnya nilai 3 bersifat “Netral”, menunjukkan ketidak cenderungan ke arah setuju ataupun tidak . Sementara angka 4 bersifat “Setuju” dan 5 bersifat “sangat setuju” ini menunjukkan tingkat persetujuan yang meningkat. Jumlah pertanyaan yakni 10 butir, dimana semakin tinggi nilai *usability* nya maka sistem semakin mudah diterima pengguna. Untuk rincian pertanyaan evaluasi yang digunakan dalam

metode *System Usability Scale (SUS)* untuk menilai tingkat *usability* sistem dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Pertanyaan evaluasi SUS

No	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan
1.	Saya merasa ingin sering menggunakan chatbot pembelajaran Nahwu ini	Positif
2.	Saya merasa chatbot pembelajaran nahwu ini terlalu rumit untuk digunakan	Negatif
3.	Saya merasa chatbot pembelajaran nahwu ini mudah digunakan	Positif
4.	Saya membutuhkan bantuan teknis untuk dapat menggunakan chatbot ini	Negatif
5.	Fitur-fitur yang tersedia dalam chatbot pembelajaran nahwu ini terintegrasi dengan baik	Positif
6.	Saya merasa terdapat banyak ketidak konsistenan dalam chatbot pembelajaran nahwu ini	Negatif
7.	Saya merasa sebagian besar pengguna akan cepat memahami cara menggunakan chatbot pembelajaran nahwu ini	Positif
8.	Saya merasa chatbot pembelajaran nahwu ini membingungkan untuk digunakan	Negatif
9.	Saya merasa percaya diri saat menggunakan chatbot pembelajaran nahwu ini	Positif
10.	Saya perlu mempelajari banyak hal terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan chatbot pembelajaran nahwu ini	Negatif

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Desain Sistem

Implementasi desain sistem merupakan tahap selanjutnya dari perancangan sistem yang telah dibahas di Bab III. Pada tahap ini, seluruh rancangan arsitektur, alur proses, dan modul yang telah disusun diwujudkan dalam bentuk sistem chatbot pembelajaran nahwu yang bisa dioperasikan secara nyata. Sistem yang dikembangkan berbasis web bertujuan untuk mempermudah pengguna mengakses layanan chatbot melalui browser tanpa perlu instalasi tambahan.

Pembahasan dimulai dari implementasi perancangan sistem yang dibuat meliputi implementasi modul FAQ *nahwu* dengan TF+IDF dan *Cosine Similarity*, modul *Irab Engine* dengan *Rule Based Grammar*. Berikut adalah spesifikasi *hardware* dan *software* yang digunakan selama proses pengembangan. *Hardware* dalam proses pengembangan ditunjukkan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hardware Requirement

No	Hardware	Specification
1	Laptop	HP 14s-DK0008AX
2	Processor	AMD A9-9425 Radeon R5, 5 Compute CORES 2C + 3G
3	RAM	8 GB
4	SSD	128 GB
5	Monitor	14" HD (1366 X 768)
6	GPU	AMD Radeon(TM) R5 Graphics

Software yang digunakan dalam proses pengembangan chatbot meliputi sistem operasi, bahasa pemrograman , serta text editor sebagai alat penulisan kode ditunjukkan Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Software Requirement

No	Software	Specification
1	Operating System	Windows 10 Home
2	Bahasa pemrograman	HTML, python
3	Text Editor	Visual Study Code

Dalam implementasinya, sistem chatbot pembelajaran Nahwu dirancang dengan arsitektur berbasis web yang memisahkan antara sisi frontend dan backend. Frontend berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang menyediakan media interaksi berupa halaman web untuk memasukkan pertanyaan atau teks bahasa arab melalui browser. Antarmuka ini menjadi titik awal komunikasi antara pengguna dan sistem. Sementara itu, backend berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan logika sistem yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *python* dengan framework Flask. Backend bertugas menerima setiap input dari frontend, mengelola alur kerja, serta mengkoordinasikan modul-modul pengolahan yang ada dalam sistem.

Setelah backend menerima input, sistem mulai menjalankan alur kerja umum yang dimulai dengan proses pengolahan teks awal, termasuk normalisasi dan penyesuaian format input. Selanjutnya, sistem mengidentifikasi tipe layanan yang diakses oleh pengguna, apakah masukan tersebut akan diproses melalui modul FAQ Nahwu atau modul Irab Engine. Pemilihan modul ini bertujuan agar

sistem mampu memberikan respons yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, baik dalam memberikan jawaban atas pertanyaan mengenai konsep Nahwu maupun dalam menganalisis struktur kalimat bahasa Arab secara I'rab. Proses kerja ini dirancang agar setiap masukan diproses dengan teratur dan menghasilkan keluaran yang sesuai.

4.1.1 Implementasi Modul FAQ Nahwu

Modul FAQ Nahwu diimplementasikan untuk merealisasikan desain sistem yang telah dibuat di Bab III ke dalam bentuk sistem yang bisa dijalankan secara langsung oleh user. Fungsi dari modul ini untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan umum tentang ilmu Nahwu yang diajukan oleh user dalam bahasa Indonesia. Implementasi modul FAQ menggunakan metode TF-IDF untuk mengubah teks menjadi angka dan menentukan kata mana yang paling penting dalam satu pertanyaan dan Cosine Similarity untuk mengukur tingkat kemiripan dua teks. Dataset FAQ yang digunakan yakni 100 pasangan pertanyaan dan jawaban, di mana untuk satu pertanyaan memiliki satu jawaban tetap.

Implementasi modul FAQ dimulai dengan *load* dataset dan pembentukan model TF-IDF. Dataset FAQ berupa file CSV yang di dalamnya berisi 3 kolom yakni: no, pertanyaan dan jawaban. Selanjutnya seluruh pertanyaan dikonversi ke bentuk numerik dengan metode TF-IDF. Proses ini hanya dilakukan satu kali ketika sistem dijalankan sehingga sistem telah memiliki representasi vektor dari keseluruhan pertanyaan. Implementasi TF-IDF ditunjukkan pada Gambar 4.1, dimana terlihat penggunaan pustaka *scikit-learn* yang digunakan untuk membangun TF-IDF dan menghasilkan matriks vektor pertanyaan.

```

from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
self.vectorizer = TfidfVectorizer()
self.tfidf_matrix = self.vectorizer.fit_transform(self.questions)

```

Gambar 4.1 Source code ekstraksi fitur dengan TF-IDF

Selanjutnya proses pencarian jawaban, sistem melakukan proses ini ketika user memasukkan pertanyaan. Sebelum perhitungan kesamaan dilakukan, sistem melakukan deteksi domain, ini bertujuan agar kata-kata dalam pertanyaan user relevan dengan materi nahwu yang ada pada dataset . Apabila pertanyaan relevan, sistem akan langsung mengubah pertanyaan pengguna menjadi vektor TF-IDF dan menghitung nilai *Cosine Similarity* untuk keseluruhan vektor pertanyaan dalam dataset. Implementasi perhitungan *Cosine Similarity* ditunjukkan pada Gambar 4.2 .

```

from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
query_vec = self.vectorizer.transform([query])
similarities = cosine_similarity(query_vec, self.tfidf_matrix).flatten()

```

Gambar 4.2 Implementasi Cosine Similarity pada vektor TF-IDF

Dari hasil perhitungan, nilai *Cosine Similarity* tertinggi digunakan sebagai dasar penentuan jawaban yang paling sesuai. Penentuan nilai ambang batas (threshold) dilakukan melalui proses pengujian dengan beberapa variasi nilai threshold. Nilai threshold yang digunakan ada yang statis dan ada yang dinamis. Nilai threshold statis yaitu 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, dan 0.8 . Untuk nilai threshold dinamis nya menggunakan range 0.3 - 0.7. Pengujian dilakukan dengan 100 pertanyaan untuk melihat pengaruh variasi nilai threshold terhadap jumlah pertanyaan yang dijawab dan ditolak oleh sistem. Hasil pengujian nilai *threshold*

terhadap jumlah pertanyaan yang dijawab dan ditolak oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian nilai *threshold*

Nilai Threshold	Jumlah pertanyaan dijawab	Jumlah pertanyaan ditolak
0.2 (statis)	67	37
0.3 (statis)	72	28
0.3 - 0.7 (dinamis)	77	23
0.4 (statis)	68	32
0.5 (statis)	64	36
0.6 (statis)	60	40
0.7 (statis)	41	59
0.8 (statis)	29	71

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa nilai *threshold* memiliki pengaruh yang besar terhadap kemampuan sistem dalam menjawab pertanyaan. Hal ini ditunjukkan dari penurunan jumlah pertanyaan yang dijawab dari 72 pada *threshold* 0.3 menjadi 29 pada *threshold* 0.8, atau berkurang sebesar 43 pertanyaan ($\pm 59,7\%$). Selain itu, *threshold* dinamis menghasilkan 77 pertanyaan terjawab, lebih tinggi dibandingkan *threshold* statis 0.3, sehingga menunjukkan performa yang lebih optimal. Pada *threshold* Semakin tinggi nilai *threshold*, maka semakin sedikit pertanyaan yang dapat dijawab karena sistem menjadi lebih ketat dalam menentukan tingkat kemiripan antara *query* dan dataset. Sebaliknya, semakin rendah nilai *threshold*, sistem menjadi lebih longgar sehingga mampu

menjawab lebih banyak pertanyaan, namun berpotensi menghasilkan jawaban yang kurang relevan.

Pada *threshold* statis, nilai 0.3 menghasilkan jumlah pertanyaan yang dijawab paling tinggi, yaitu 72 pertanyaan, sedangkan *threshold* yang lebih tinggi seperti 0.7 dan 0.8 mengalami penurunan signifikan karena sistem menjadi terlalu selektif sehingga banyak pertanyaan relevan tidak terjawab. Sementara itu, *threshold* dinamis dengan rentang 0.3 hingga 0.7 menunjukkan hasil yang lebih optimal dengan 77 pertanyaan terjawab dan 23 ditolak, karena mampu menyesuaikan nilai ambang berdasarkan kondisi *similarity* pada setiap *query* sehingga lebih fleksibel dan adaptif. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk tetap memberikan jawaban pada pertanyaan yang relevan tanpa mengurangi kualitas kecocokan jawaban yang dihasilkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipilih *threshold* dinamis karena memberikan keseimbangan terbaik antara jumlah pertanyaan yang dijawab dan ditolak serta lebih efektif dalam menangani variasi pertanyaan dibandingkan *threshold* statis. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa penggunaan *threshold* dinamis dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam memahami berbagai bentuk pertanyaan pengguna yang memiliki tingkat kemiripan berbeda-beda. Dan berikut contoh hasil pencarian ketika pertanyaan pengguna sesuai dengan dataset dan berhasil dijawab oleh sistem ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Pilih Mode:

FAQ Nahwu

Tanyakan sesuatu...

Tanya

Kamu: Apa yang dimaksud Isim

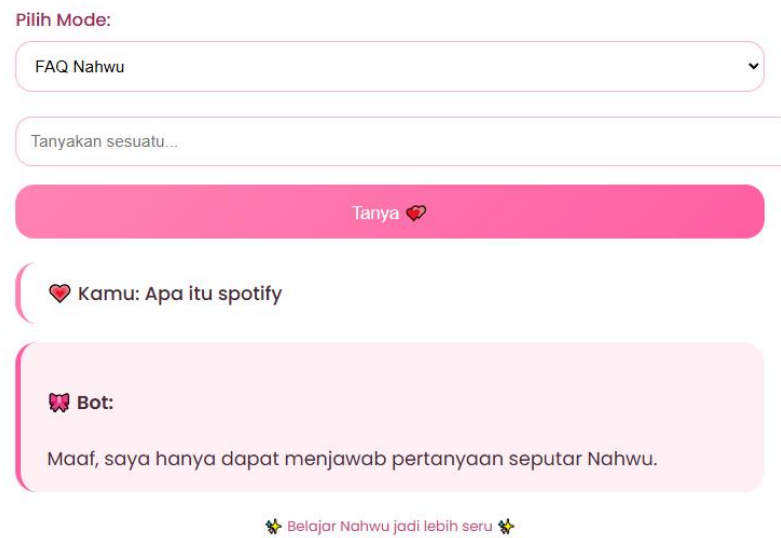
Bot:

الاسم كلمة دلت على معنى في نفسها، ولم تكثرن بزمان .
Isim adalah kata benda .

Belajar Nahwu jadi lebih seru

Gambar 4.3 Hasil pencarian ketika input sesuai dataset

Sedangkan, ketika pertanyaan tidak termasuk dalam domain nahwu atau nilai kemiripan berada di bawah ambang batas, maka sistem tidak mengambil jawaban dari dataset dan menampilkan pesan “Maaf, pertanyaan tersebut diluar pembahasan Nahwu”. Hal ini dilakukan untuk menghindari pemberian jawaban yang tidak relevan atau tidak sesuai dengan konteks pertanyaan pengguna. Selain itu, penggunaan threshold juga membantu sistem dalam menyaring pertanyaan yang memiliki tingkat kemiripan rendah sehingga dapat meminimalkan kesalahan respons. Contoh tampilan hasil ketika pertanyaan tidak terjawab ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil pencarian ketika input tidak sesuai dataset

4.1.2 Implementasi Modul I'rab Engine

Modul *I'rab Engine* diimplementasikan oleh peneliti untuk merealisasikan desain sistem analisis nahwu yang sudah dirancang pada bab III ke dalam sistem yang bisa melakukan analisis katai dan sintaksis kalimat bahasa Arab secara otomatis. Modul ini berfungsi untuk membantu pengguna memahami struktur kata dan kalimat Arab. Implementasi modul *I'rab Engine* ini juga disertai penjelasan kaidah nahwu yang relevan, yang artinya sistem ini bersifat edukatif.

Implementasi modul *I'rab Engine* memanfaatkan dataset Al-Quran berannotasi yang disimpan dalam format JSON. Dataset ini memuat informasi berupa ayat, potongan kata, fungsi sintaksis, fungsi frasa, ayat tanpa harakat dan tag morfologi. Di tahap awal, dataset ini diproses dan dibentuk ke dalam struktur DataFrame untuk memudahkan analisis lanjutan. Proses ini membuat sistem melakukan pencocokan kata masukan pengguna dengan data yang ada pada

dataset. Implementasi pemuatan dataset dan pembentukan struktur data ditunjukkan pada Gambar 4.5.

```

1  {
2  "1:1": {
3    "sura_no": 1,
4    "verse_no": 1,
5    "words": [
6      {
7        "word": "يَسْمُ",
8        "without_diacritics": "يسم",
9        "morph_tag": "PREP",
10       "syntactic_role": "حرف جر",
11       "case_mood": "مبني",
12       "phrasal_function": "خير",
13       "notes": NaN
14     },
15     {
16       "word": "يَسْمُ",
17       "without_diacritics": "يسم",
18       "morph_tag": "NOUN_ABSTRACT",
19       "syntactic_role": "اسم مجرور",
20       "case_mood": "مجرور",
21       "phrasal_function": NaN,
22       "notes": NaN

```

Gambar 4.5 Implementasi struktur dataset beranotasi JSON

Selanjutnya, Proses analisis morfologi menggunakan *rule-based grammar* dimana sistem membaca tag morfologi dari dataset, kemudian menerjemahkannya ke dalam kategori nahwu yang dilengkapi dengan penjelasannya. Struktur yang digunakan yakni *if-elif-else*, Pendekatan *rule-based grammar* ini dipilih agar sistem menghasilkan analisis yang *deterministik* dan sesuai kaidah ilmu nahwu. Implementasi analisis morfologi berbasis aturan ditunjukkan pada Gambar 4.6

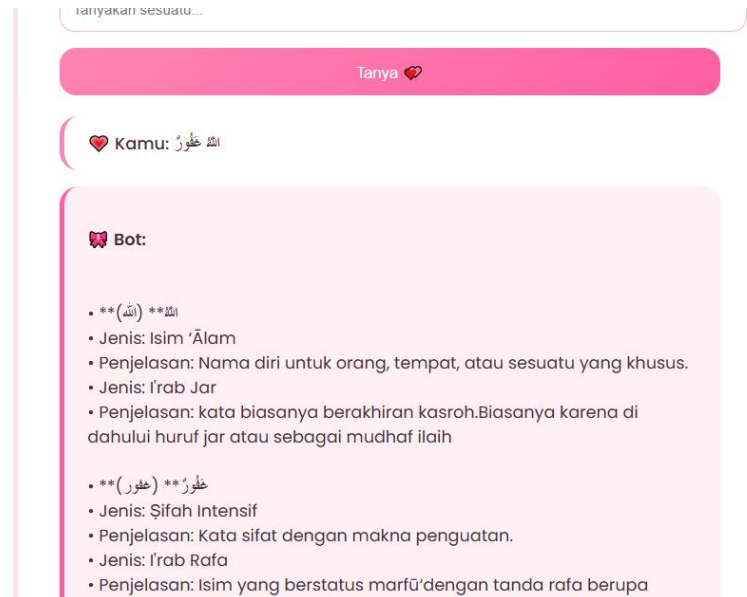
```

118 # FI'IL (VERB)
119 elif morph_tag == "PV":
120     return {
121         "kategori": "Fi'il Māḍī",
122         "penjelasan": "Fi'il yang menunjukkan perbuatan yang telah terjadi di masa lampau."
123     }
124
125 elif morph_tag == "PV_PASS":
126     return {
127         "kategori": "Fi'il Māḍī Majhūl",
128         "penjelasan": "Fi'il lampau dengan pelaku yang tidak disebutkan (pasif)."
129     }
130
131 elif morph_tag == "IV":
132     return {
133         "kategori": "Fi'il Muḍāri'",
134         "penjelasan": "Fi'il yang menunjukkan perbuatan yang sedang atau akan terjadi."
135     }

```

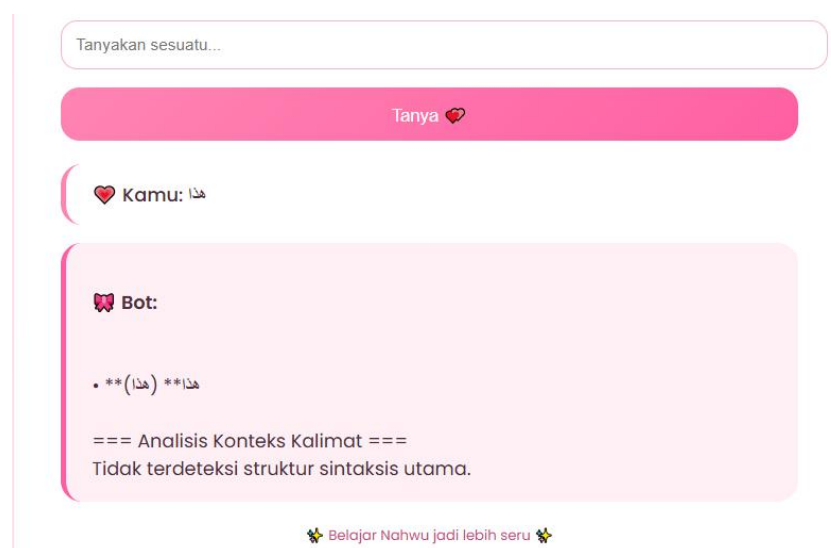
Gambar 4.6 Source code analisis morfologi berbasis rule-based grammar

Sistem selanjutnya masuk ke tahap analisis kalimat setelah melakukan analisis kata. Pada proses ini sistem akan menentukan fungsi sintaksis, i'rab dan fungsi frasa setiap kata berdasarkan informasi yang diperoleh dari dataset. Hasil dari proses ini nanti akan dilengkapi dengan penjelasan. Untuk mengantisipasi adanya kata yang tidak tercantum di dalam dataset, sistem ini juga menggunakan CamelTools sebagai mekanisme fallback. Contoh hasil analisis i'rab ketik input kalimat ditemukan dalam dataset dan berhasil dianalisis oleh sistem ini, ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil analisis ketika input kata ditemukan dalam dataset

Terakhir ketika hasil analisis kata tidak ditemukan dalam dataset dan *CamelTools* tidak bisa melakukan mekanisme *fallback* ditunjukkan Gambar 4.8



Gambar 4.8 Hasil analisis ketika input kata tidak ditemukan dalam datase

t

4.2 Implementasi Tampilan User Interface

Pada tahap ini, rancangan dan desain yang telah dibuat pada bab III akan diimplementasikan langsung ke dalam sistem agar pengguna bisa merasakan secara langsung pengalaman menggunakan chatbot nahwu. Desain user interface nya sendiri di rancang sederhana dengan perpaduan warna yang stabil. Penempatan tombol dan kolom pertanyaan juga dirancang sederhana dan informatif agar pengguna bisa memahami bagaimana menjalankan sistem ini. Implementasi tampilan user interface realisasi dari desain sistem di bab III ditunjukkan dengan Gambar 4.9



Gambar 4.9 Implementasi user interface

4.3 Pengujian

Tahap pengujian yakni dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan kualitas sistem chatbot pembelajaran Nahwu yang telah dikembangkan. Pengujian

bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan jawaban yang akurat terhadap pertanyaan pengguna serta melakukan analisis kata dan kalimat sederhana sesuai dengan kaidah Nahwu yang telah ditetapkan. Evaluasi sistem dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu pengujian akurasi sistem dan pengujian usability menggunakan System Usability Scale (SUS). Pengujian akurasi difokuskan pada kemampuan teknis sistem dalam memproses masukan teks Arab dan menghasilkan keluaran yang tepat, sedangkan pengujian SUS digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan pada pengguna .

4.3.1 Pengujian akurasi sistem

1. Pengujian akurasi FAQ

Pengujian akurasi modul FAQ dilakukan untuk menilai kemampuan chatbot pembelajaran Nahwu dalam memberikan jawaban yang tepat terhadap pertanyaan pengguna. Modul FAQ menggunakan metode TF-IDF dan 2 similarity yakni Cosine Similarity dan jaccard similarity untuk mencari jawaban yang paling relevan dari basis data pertanyaan dan jawaban yang telah disiapkan. Mengingat tujuan sistem adalah memberikan informasi yang akurat dan sesuai konteks, pengujian dilakukan dengan membandingkan jawaban yang dihasilkan sistem dengan jawaban acuan yang dari rujukan kitab nahwu dasar. Hasil perbandingan ini kemudian dikategorikan sebagai jawaban sesuai atau tidak sesuai, dan tingkat akurasi dihitung berdasarkan persentase jawaban relevan terhadap total pertanyaan uji. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan informasi yang benar dan

bermanfaat bagi pengguna, sehingga kualitas interaksi chatbot dapat diukur secara objektif. Berikut pertanyaan-pertanyaan uji coba modul FAQ beserta jawaban acuan yang digunakan untuk menilai akurasi sistem tertera pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pertanyaan uji coba chatbot beserta jawaban dan referensi

No	Pertanyaan	Jawaban Acuan	Referensi
1	Jelaskan Pembagian <i>Kalam</i> ?	وأقسامه ثلاثة: اسم، وفعل، وحرف جاء لمعنى.	Matan Al-Jurumiyyah
2	Apa yang dimaksud <i>Isim</i> ?	الاسم كلمة دلت على معنى في نفسها، ولم تقترن بزمان.	Matan Al-Jurumiyyah
3	Apa yang dimaksud <i>Fiil</i> ?	والفعل كلمة دلت على معنى في نفسها، واقترن بزمان.	Matan Al-Jurumiyyah
4	Apa yang dimaksud dengan <i>huruf</i> ?	والحرف كلمة دلت على معنى في غيرها	Matan Al-Jurumiyyah
5	Apa yang dimaksud dengan <i>maful bih</i> ?	والمفعول به هو الاسم الذي وقع عليه الفعل.	Matan Al-Jurumiyyah
6	Macam-macam <i>Asmaul Khamsah</i> ?	الأسماء الخمسة وهي: أب، أخ، حم، فو، نو.	Matan Al-Jurumiyyah
7	Apa yang dimaksud dengan <i>i'rab</i> ?	الإعراب هو: تغيير أواخر الكلم لاختلاف العوامل الداخلة عليها، لفظاً أو تقديراً.	Matan Al-Jurumiyyah
8	Sebutkan macam-macam <i>i'rab</i> ?	<i>Irab</i> terbagi menjadi 4 yakni : <i>Rafa</i> , <i>nasab</i> , <i>jar</i> , <i>jazm</i> .	Buku Ilmu Nahwu terjemahan Matan Al-jurumiyyah dan Imrithy
9	Apa yang dimaksud <i>Afalul khamsah</i> ?	<i>Afalul Khamsah</i> yakni di <i>rafa'</i> kannya dengan memakai nun dan di <i>nasab</i> kan serta di <i>jazm</i> kan dengan membuang (menghilang) huruf nunnya.	Buku Ilmu Nahwu terjemahan Matan Al-jurumiyyah dan Imrithy

10	Apa yang dimaksud <i>isim tasniyah</i> ?	<i>Isim Tasniyah</i> adalah isim yang mempunyai arti “dua”. Dengan tambahan Alif & Nun waktu <i>rofa</i> atau ya & nun waktu <i>nashob</i> dan <i>jer</i> .	Al-Miftah Sidogiri
11	Apa yang dimaksud dengan <i>Mubtada</i> ?	<i>Mubtada</i> adalah <i>isim ma'rifat</i> yang dibaca <i>rofa</i> yang berada di awal pembahasan dan bermakna utawi.	Al-Miftah Sidogiri
12	Apa yang dimaksud dengan huruf <i>illat</i> ?	Huruf illat ialah huruf yang lemah dalam bahasa arab, yang sering mengalami perubahan dan i'rab dan tashrif . Biasanya huruf illat disebut huruf penyakit	Buku Ilmu Nhawu terjemahan Matan Al-jurumiyah dan Imrithy
13	Apa yang dimaksud <i>khobar</i> ?	<i>Khobar</i> adalah <i>isim</i> yang dirafa'kan oleh <i>mubtada</i> sebagai pelengkap makna <i>mubtada</i> dan bermakna iku	Al-Miftah Sidogoro
14	Apa yang dimaksud <i>fail</i> ?	Fa'il adalah isim yang dibaca rofa' setelah fi'il mabni ma'lum dan bermakna sopo/opo	Al-Miftah Sidogiri
15	Apa yang dimaksud <i>isim nakirah</i> ?	Isim Nakirah ialah setiap isim yang jenisnya bersifat umum yang tidak menentukan sesuatu perkara dan lainnya. Isim Nakirah yakni isim yang layak di masukki alif lam.	Buku Ilmu Nhawu terjemahan Matan Al-jurumiyah dan Imrithy
16	Apa yang dimaksud Jamak Mudzakkar Salim ?	Jamak Mudzakkar Salim adalah isim yang menunjukkan beberapa laki-laki dengan	Al-Miftah Sidogiri

		tambahan wawu & nun waktu rofa' atau ya & nun waktu nashob dan jer.	
17	Apa yang dimaksud Isim dhamir ?	Dhomir adalah kata pengganti	Al-Miftah Sidogiri
18	Apa yang dimaksud dengan Tabi' ?	Tabi' ialah isim yang i'rabnya mengikuti isim sebelumnya (matbu')	Al-Miftah Sidogiri
19	Apa yang dimaksud Jumlah Ismiah ?	Jumlah Ismiah adalah susunan muftada dan khabar.	Al-Miftah Sidogiri
20	Apa yang dimaksud Jumlah Fi'liyah ?	Jumlah Fi'liyah adalah susunan Fi'il dan Fa'il	Al-Miftah Sidogiri

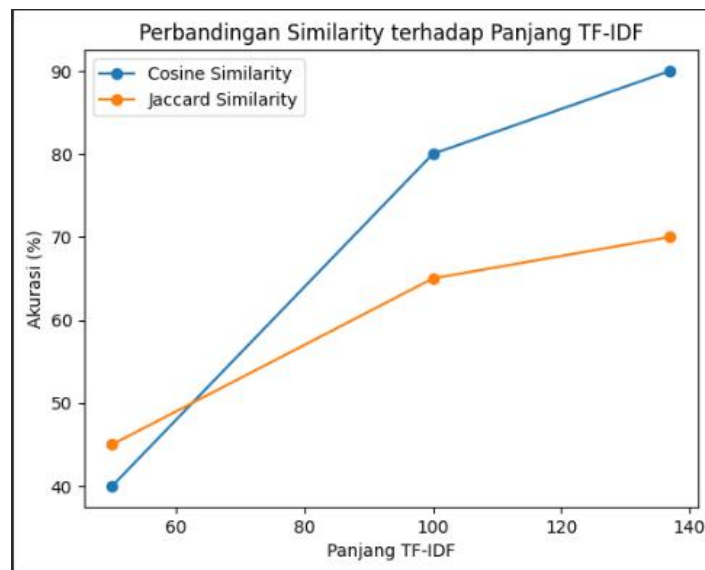
Dari setiap pertanyaan utama ini akan dikembangakan menjadi 5 variasi pertanyaan yang memiliki makna sama namun dengan susunan kata yang berbeda, sehingga total data pengujian yang digunakan berjumlah 100 pertanyaan. Pendekatan ini dilakukan untuk mensimulasikan kondisi pengguna nyata, dimana pengguna dapat mengajukan pertanyaan dengan berbagai variasi kalimat.

Selain melakukan pengujian kesesuaian jawaban chatbot terhadap jawaban acuan, penelitian ini juga melakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh panjang fitur TF-IDF dan metode similarity terhadap performa sistem FAQ. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga variasi panjang fitur TF-IDF yaitu 50,100 dan 137 fitur. Serta dua metode pengukuran kemiripan teks yaitu cosine similarity dan jaccard similarity. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.5 .

Tabel 4.5 Hasil pengujian panjang TF-IDF dan Cosine

No	Panjang TF-IDF	Model Similarity	Dijawab	Ditolak
1	50	Cosine	8	12
2	50	Jaccard	9	11
3	100	Cosine	16	4
4	100	Jaccard	13	7
5	137	Cosine	18	2
6	137	Jaccard	14	6

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa peningkatan panjang TF-IDF berpengaruh terhadap performa sistem dalam menjawab pertanyaan. Semakin besar jumlah fitur yang digunakan, maka jumlah pertanyaan yang ditolak semakin berkurang. Selain itu, metode *cosine similarity* menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan *jaccard similarity* pada setiap variasi panjang fitur TF-IDF. Untuk memperjelas perbandingan tersebut, grafik perbandingan similarity disajikan pada Gambar 4.10.



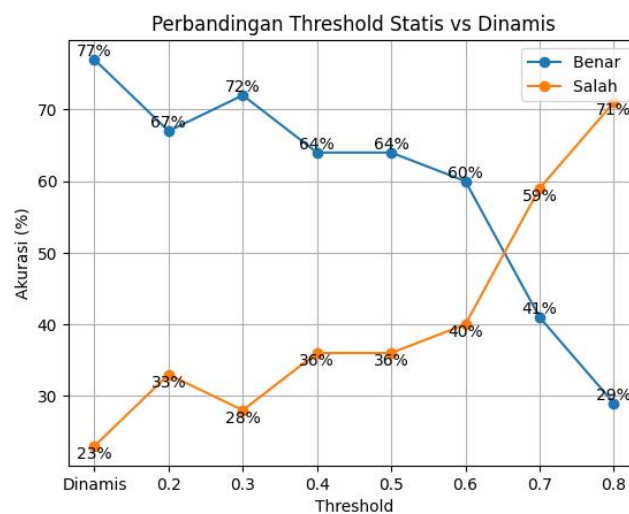
Gambar 4.10 Grafik perbandingan similarity

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa panjang fitur TF-IDF memberikan pengaruh terhadap tingkat akurasi sistem FAQ. Pada metode *cosine similarity*, peningkatan jumlah fitur TF-IDF dari 50 ke 137 menunjukkan peningkatan akurasi yang cukup besar, yaitu dari sekitar 40% menjadi 90%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak fitur kata yang digunakan dalam representasi teks, semakin baik sistem dalam mengenali kemiripan antara pertanyaan pengguna dan data yang ada.

Sementara itu metode *jaccard similarity* juga menunjukkan peningkatan akurasi seiring bertambahnya panjang fitur TF-IDF, namun peningkatannya tidak sebesar *cosine similarity*. Pada panjang 50 fitur, akurasi yang diperoleh 45%, kemudian meningkat menjadi 65% pada 100 fitur, dan mencapai sekitar 70% pada 137 fitur. Hal ini menunjukkan bahwa *jaccard similarity* mampu mendeteksi kesamaan kata, tetapi kurang efektif dalam menangkap hubungan semantik dibandingkan dengan *cosine*

similarity yang memanfaatkan bobot kata dari TF-IDF. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi metode TF-IDF dengan *cosine similarity* memberikan performa terbaik dalam proses pencarian jawaban pada sistem chatbot pembelajaran nahwu.

Selain pengujian panjang fitur TF-IDF, penelitian ini juga melakukan analisis terhadap pengaruh nilai threshold terhadap tingkat akurasi sistem FAQ. Threshold digunakan sebagai batas minimum tingkat kemiripan antara pertanyaan pengguna dan pertanyaan yang terdapat pada dataset sebelum sistem memutuskan untuk menampilkan jawaban.

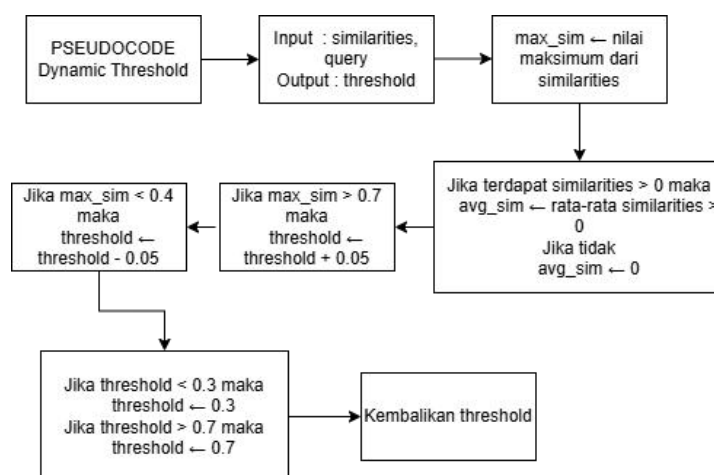


Gambar 4.11 Grafik perbandingan threshold statis dan dinamis

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.11, terlihat bahwa semakin tinggi nilai threshold yang digunakan, tingkat akurasi sistem cenderung mengalami penurunan. Pada threshold 0,5 sistem menghasilkan akurasi sekitar 68%, kemudian menurun menjadi 60% pada threshold 0,6, 41% pada threshold 0,7, dan mencapai 29% pada threshold 0,8. Penurunan ini

terjadi karena semakin tinggi nilai *threshold*, semakin ketat kriteria kemiripan yang harus dipenuhi oleh sistem sebelum menampilkan jawaban, sehingga banyak pertanyaan yang tidak memenuhi batas kemiripan tersebut dan tidak dapat dijawab secara optimal oleh sistem.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *threshold* yang terlalu tinggi dapat mengurangi kemampuan sistem dalam memberikan jawaban terhadap variasi pertanyaan pengguna. Oleh karena itu, pemilihan nilai *threshold* yang tepat menjadi faktor penting dalam menjaga keseimbangan antara ketepatan jawaban dan kemampuan sistem dalam merespons berbagai variasi pertanyaan. Untuk mengatasi keterbatasan *threshold* statis tersebut, pada penelitian ini diterapkan model *threshold* dinamis, yaitu nilai ambang yang ditentukan secara adaptif berdasarkan distribusi nilai similarity pada setiap query. Adapun pseudocode *threshold* dinamis dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pseudocode Threshold dinamis

Model *threshold* dinamis yang digunakan menghitung nilai *threshold* berdasarkan rata-rata *similarity* (*mean similarity*) yang kemudian ditambahkan konstanta penyesuaian. Selain itu, *threshold* juga disesuaikan berdasarkan nilai *similarity* tertinggi (*maximum similarity*), dimana sistem akan meningkatkan nilai *threshold* ketika ditemukan kemiripan yang tinggi untuk menjaga selektivitas, dan menurunkannya ketika seluruh nilai *similarity* relatif rendah agar sistem tetap mampu memberikan respons. Untuk menjaga stabilitas, nilai *threshold* dibatasi dalam rentang tertentu sehingga tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah.

Mekanisme kerja *threshold* dinamis pada penelitian ini misalnya pada suatu *query*, sistem menghasilkan nilai *similarity* terhadap beberapa data dalam dataset sebesar (0.65, 0.60, 0.55, dan 0.20). Dari nilai ini diperoleh nilai maksimum sebesar 0.65 dan rata-rata *similarity* sebesar 0.50, yang dihitung dari nilai *similarity* yang lebih besar dari nol. Nilai *threshold* awal kemudian dihitung dengan menambahkan konstanta 0.1 terhadap rata-rata *similarity*, sehingga menghasilkan nilai sebesar 0.60. Karena nilai maksimum *similarity* berada pada rentang sedang (tidak melebihi 0.7 dan tidak kurang dari 0.3), maka tidak dilakukan penyesuaian tambahan. Selanjutnya, nilai *threshold* dibatasi dalam rentang 0.3 hingga 0.7, sehingga nilai akhir tetap sebesar 0.6. Dengan demikian, hanya data dengan nilai *similarity* yang lebih besar atau sama dengan 0.6 yang akan dianggap relevan dan digunakan sebagai dasar dalam penentuan jawaban sistem.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa panjang fitur TF-IDF dan metode *similarity* memiliki pengaruh yang besar terhadap performa sistem chatbot pembelajaran Nahwu. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan akurasi pada metode cosine similarity dari 40% menjadi 90%, serta pada jaccard similarity dari 45% menjadi 70% seiring bertambahnya jumlah fitur. Metode *Cosine Similarity* menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan *Jaccard Similarity* dalam mendeteksi kemiripan pertanyaan. Selain itu, penggunaan jumlah fitur TF-IDF yang lebih besar mampu meningkatkan kemampuan sistem dalam memahami variasi pertanyaan yang diberikan oleh pengguna.

Sementara itu, pengaturan nilai threshold juga mempengaruhi tingkat akurasi sistem, dimana *threshold* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan sistem kesulitan menemukan pertanyaan yang cukup miri dalam dataset. Oleh karena itu, pemilihan kombinasi metode *similarity*, panjang fitur TF-IDF, dan nilai *threshold* yang tepat menjadi faktor penting dalam meningkatkan kinerja sistem chatbot pembelajaran nahwu.

2. Pengujian akurasi Analisis kata dan kalimat

Pengujian akurasi analisis kata dan kalimat dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem chatbot dalam mengidentifikasi jenis kata (*isim, fi'il, huruf, dan dhamir*) serta informasi kebahasaan yang menyertainya berdasarkan kaidah ilmu nahwu. Pada tahap ini, hasil analisis chatbot dibandingkan dengan analisis acuan yang bersumber dari

kaidah nahwu dan rujukan kitab yang relevan. Setiap kata yang diuji dianalisis secara morfologis dengan memperhatikan kesesuaian jenis kata dan keterangan *i'rab* apabila tersedia. Hasil perbandingan tersebut kemudian diberikan keterangan kesesuaian untuk menunjukkan apakah analisis chatbot telah sesuai dengan analisis acuan atau masih terdapat ketidaktepatan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam melakukan analisis kata secara tepat serta mengidentifikasi keterbatasan sistem, khususnya pada kasus-kasus tertentu yang belum sepenuhnya tercakup oleh aturan (*rule-based*) yang diterapkan.

Tabel 4.6 Hasil uji coba analisis kata

No	Kata	Analisis Acuan	Analisis Chatbot	Kesesuaian
1	الطالب	Jenis : Isim Irab : Rafa	Jensi : Isim Fa'il Irab : Rafa'	Sebagian Sesuai
2	المعلم	Jenis : Isim Irab : rafa'	Jenis : Isim	Sebagian Sesuai
3	كتاب	Jenis : Isim Irab : rafa'	Jenis : Isim Irab : rafa	Sesuai
4	الكتاب	Jenis : Isim Irab : rafa	Jenis : Isim Irab : rafa'	Sesuai
5	يجلس	Jenis : Fi'il Mudhari	Jenis : Fi'il Mudari	Sesuai
6	كتب	Jenis : Fi'il Madh	Jenis : Fi'il Madhi Majhul	Tidak Sesuai
7	يقرأ	Jenis : Fi'il Mudhari	Jenis : Fi'il Mudari	Sesuai
8	ذهب	Jenis : Fi'il Madhi	Jenis : Fi'il Madhi	Sesuai
9	إلى	Jenis : Huruf Irab : Mabni, tidak ada perubahan	Jenis : Huruf Jar Irab : Mabni, akhir kata tidak berubah	Sesuai

10	في	Jenis : Huruf Irab : Mabni, tidak ada perubahan	Jenis : Huruf Jar Irab : Mabni, akhir kata tidak berubah	Sesuai
11	على	Jenis : Huruf Irab : Mabni, tidak ada perubahan	Jenis : Huruf Jar Irab : Mabni, akhir kata tidak berubah	Sesuai
12	من	Jenis : Huruf Irab : Mabni, tidak ada perubahan	Jenis : Huruf Jar Irab : Mabni, akhir kata tidak berubah	Sesuai
13	هذا	Jenis : Isim Isyaroh	Jenis : Isim Isyaroh	Sesuai
14	يدرس	Jenis : Fi'il Mudari	Jenis : Fiil Mudari	Sesuai
15	هو	Jenis : Dhamir Irab : Mabni, tidak ada perubahan	Jenis : Dhamir Irab : Mabni, akhir kata tidak berubah	Sesuai
16	هم	Jenis : Dhamir	Jenis : Dhamir Irab : Mabni, akhir kata tidak berubah	Sesuai
17	مجتهد	Jenis : Isim	Jenis : Isim	Sesuai
18	جميل	Jenis : Isim Irab : rafa'	Jenis : Na'at	Sebagian sesuai
19	قائم	Jenis : Isim Irab : rafa'	Jenis : Isim Fa'il Irab : rafa'	Sebagian sesuai
20	مسلمة	Jenis : Isim Irab : rafa'	Jenis : Isim Fa'il Irab : rafa'	Sebagian sesuai

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap 40 data kata uji, pada Tabel 4.6 hanya ditampilkan 20 data, sedangkan 20 data lainnya disajikan secara lengkap pada lampiran. Selanjutnya, seluruh data hasil pengujian, baik yang ditampilkan pada tabel utama maupun yang terdapat pada lampiran, dikelompokkan ke dalam kategori kesesuaian untuk

memperoleh gambaran kuantitatif terhadap performa sistem. Pengelompokkan ini juga digunakan sebagai dasar dalam pemberian bobot penilaian pada setiap kategori kesesuaian, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Bobot penilaian kesesuaian hasil analisis chatbot

No	Kategori	Bobot
1	Sesuai	1
2	Sebagian sesuai	0,5
3	Tidak sesuai	0

Perhitungan akurasi analisis kata dilakukan dengan menggunakan pendekatan pembobotan terhadap hasil kesesuaian. Kategori sesuai diberikan bobot 1, sebagian sesuai diberikan bobot 0,5, dan tidak sesuai diberikan bobot 0. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 40 kata, diperoleh 26 data dengan kategori sesuai, 12 data sebagian sesuai, dan 2 data tidak sesuai. Perhitungan akurasi dilakukan dengan Persamaan 4.1.

$$Akurasi = \frac{\text{Total Bobot Kesesuaian}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{(26 \times 1) + (12 \times 0,5)}{40} \times 100\% \quad (4.3)$$

$$Akurasi = \frac{26 + 6}{40} \times 100\% = 80\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi analisis kata yang dihasilkan oleh chatbot mencapai 80% yang menandakan bahwa sistem mampu melakukan analisis morfologis dasar dengan cukup baik,

meskipun masih terdapat keterbatasan pada analisis yang bersifat kontekstual.

Selanjutnya pengujian analisis kalimat dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem chatbot dalam mengklasifikasikan jenis kalimat bahasa Arab berdasarkan kaidah ilmu nahwu, khususnya pada kategori *jumlah ismiyah*, *jumlah fi'liyah* dan *jar majrur*. Pengujian ini difokuskan pada kalimat sederhana yang terdiri dari dua kata, dengan tujuan untuk meminimalkan kompleksitas struktur kalimat sehingga evaluasi dapat difokuskan pada ketepatan identifikasi unsur awal kalimat. Jawaban chatbot kemudian dibandingkan dengan jawaban acuan yang ditentukan berdasarkan kitab rujukan nahwu, di mana kalimat yang diawali oleh isim diklasifikasikan sebagai *jumlah fi'liyah*. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian analisis sistem terhadap kaidah nahwu yang berlaku.

Tabel 4.8 Hasil chatbot untuk analisis kalimat

No	Kalimat	Jawaban Acuan	Jawaban Chatbot	Kesesuain
1	الطالب مجتهد	Jumlah Ismiyah	Jumlah Ismiyah	Sesuai
2	الولد قائم	Jumlah Ismiyah	Jumlah Ismiyah	Sesuai
3	المعلم حاضر	Jumlah Ismiyah	Jumlah Ismiyah	Sesuai
4	حضر المعلم	Jumlah Filyah	Jumlah Fi'liyah	Sesuai
5	كتب الطالب	Jumlah Filyah	Jumlah Fi'liyah	Sesuai
6	الدرس سهل	Jumlah Ismiyah	Jumlah Ismiyah	Sesuai
7	نجح التلميذ	Jumlah Filyah	Jumlah Fi'liyah	Sesuai

8	جلس الولد	Jumlah Filiyah	Jumlah Fi'liyah	Sesuai
9	فتح الباب	Jumlah Filiyah	Jumlah Fi'liyah	Sesuai
10	الكتاب جديد	Jumlah Ismiyah	Jumlah Ismiyah	Sesuai
11	في البيت	Jar Majrur	Jar Majrur	Sesuai
12	إلى المدرسة	Jar Majrur	Jar majrur	Sesuai
13	من المسجد	Jar Majrur	Jar Majrur	Sesuai
14	على الطاولة	Jar Majrur	Jumlah Ismiyah	Tidak Sesuai
15	عن الدرس	Jar Majrur	Jar Majrur	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.8, dapat diketahui bahwa sistem chatbot mampu mengklasifikasikan sebagian besar kalimat uji dengan benar sesuai dengan jawaban acuan. Dari total 15 kalimat yang diuji, sebanyak 14 kalimat berhasil diidentifikasi dengan tepat, yang terdiri dari kalimat *jumlah ismiyah*, *jumlah fi'liyah*, dan *jar majrur*. Perhitungan akurasi dilakukan dengan Persamaan 4.2.

$$Akurasi = \frac{\text{Total Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{14}{15} \times 100\% \quad (4.2)$$

$$Akurasi = 93,33\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi analisis kalimat yang dihasilkan oleh chatbot mencapai 93,33% yang menandakan bahwa sistem mampu melakukan analisis morfologis dasar dengan cukup baik,

meskipun masih terdapat keterbatasan pada analisis yang bersifat kontekstual.

Terdapat 1 kalimat yang tidak sesuai, yaitu pada kalimat “على الطاولة” yang seharusnya diklasifikasikan sebagai *jar majrur* tetapi terdeteksi sebagai *jumlah ismiyah*. Kesalahan ini terjadi karena sistem rule-based belum mampu secara optimal mengenali pola jar majrur pada kondisi tertentu, khususnya ketika kalimat hanya terdiri dari dua kata tanpa konteks tambahan.

Selain itu, dari sisi perhitungannya *similarity*, nilai kemiripan antara pola kalimat tersebut dengan pola jumlah ismiyah kemungkinan lebih tinggi dibandingkan dengan pola jar majrur, sehingga sistem memilih klasifikasi yang kurang tepat.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa aturan berbasis kaidah (*rule-based*) yang diterapkan dalam sistem sudah berjalan dengan cukup baik dalam mengenali pola dasar struktur kalimat bahasa Arab, khususnya pada kalimat sederhana. Meskipun demikian, masih terdapat kelemahan dalam membedakan kalimat *jar majrur* dengan *jumlah ismiyah*, sehingga diperlukan pengembangan aturan tambahan agar sistem dapat menangani variasi struktur kalimat dengan lebih akurat pada penelitian selanjutnya.

4.3.2 Pengujian SUS

Pengujian usability pada chatbot pembelajaran nahwu dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). metode ini digunakan untuk

mengukur tingkat kemudahan penggunaan, kenyamanan, serta penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan. Pertanyaan SUS terdiri dari 10 dengan skala likert 1-5, yang mencakup pernyataan positif dan negatif. Hasil pengisian kuesioner responden terhadap sistem ada pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil kuisoner responden terhadap sistem

No	Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	R1	4	2	4	2	5	2	4	2	4	2
2	R2	5	1	4	2	5	1	4	2	5	1
3	R3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
4	R4	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
5	R5	4	2	4	2	4	3	4	2	4	1
6	R6	5	1	4	2	5	1	5	2	5	1
7	R7	4	2	4	2	5	2	5	2	5	2
8	R8	5	1	5	1	5	2	4	2	5	3
9	R9	4	2	4	2	4	1	4	2	5	2
10	R10	5	1	5	1	3	1	4	2	3	2

Berdasarkan data pada Tabel 4.9, dapat dilihat bahwa jawaban responden cukup bervariasi. Nilai yang didapatkan menunjukkan persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan, tingkat kompleksitas, konsistensi fitur, serta kepercayaan diri pengguna saat berinteraksi dengan chatbot pembelajaran nahwu. Data mentah ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses perhitungan skor SUS untuk menentukan tingkat usability sistem secara kuantitatif.

Data hasil kuesioner SUS yang telah diperoleh kemudian dihitung menggunakan aturan standar *System Usability Scale*. Setiap jawaban pada pertanyaan bernomor ganjil dan genap dihitung dengan rumus yang berbeda untuk menghasilkan skor total tiap responden.

Tabel 4.10 Perhitungan hasil kuisioner

No	Responden	Total Skor	Skor SUS
----	-----------	------------	----------

1	R1	31	77,5
2	R2	33	82,5
3	R3	30	75
4	R4	36	90
5	R5	31	77,5
6	R6	34	85
7	R7	34	85
8	R8	30	75
9	R9	32	80
10	R10	29	72,5

Berdasarkan hasil perhitungan skor SUS pada Tabel 4.10 masing-masing responden, nilai akhir dihitung menggunakan Persamaan 4.3.

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

$$X = \frac{77,5 + 82,5 + 75 + 90 + 77,5 + 85 + 85 + 75 + 80 + 72,5}{10}$$

Total skor SUS yang diperoleh adalah 800 dengan jumlah responden 10 orang, sehingga

$$X = \frac{800}{10}$$

$$X = 80$$

Dengan demikian, diperoleh rata-rata skor SUS sebesar 80, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat usability yang baik dan dapat diterima oleh pengguna.

4.4 Integrasi Islam

Penelitian ini memiliki integrasi dengan konsep muamalah dalam islam. Maksud dari integrasi muamalah bukan hanya mencakup hubungan antara manusia dan manusia, tetapi juga antara manusia dengan Allah (*muamalah ma'a Allah*), sesama manusia (*muamalah ma'an nas*), terakhir manusia dengan lingkungan (*muamalah ma'al bi'ah*). Implementasi konsep muamalah dalam sistem chatbot ini diwujudkan melalui perancangan sistem yang terfokus pada nilai kebermanfaatan, kejujuran informasi, dan tanggung jawab penggunaan teknologi.

4.4.1 Muamalah Ma'a Allah

Muamalah ma'a Allah pada penelitian ini diwujudkan dengan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai sarana untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT melalui pemahaman bahasa Al-Qur'an. Dengan membantu pengguna memahami struktur bahasa Arab dan i'rab ayat Al-Qur'an, sistem ini menjadi bagian dari aktivitas *ta'allum* (belajar) yang bernilai ibadah. Penggunaan dataset Al-Quran (MASAQ) dalam sistem analisis i'rab menunjukkan bahwa teknologi dimanfaatkan untuk mengkaji dan menghormati wahyu Allah dengan pendekatan yang lebih sistematis dan ilmiah. Point ini selaras dengan firman Allah SWT Surat Yusuf ayat 2 :

إِنَّا أَنْزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴿٢﴾

“*Sesungguhnya Kami menurunkannya berupa Al-Qur'an berbahasa Arab agar kamu memahaminya.*” (QS. Yusuf : 2)

Ayat ini menegaskan pentingnya mempelajari bahasa Arab sebagai jalan memahami wahyu Allah SWT, sehingga pengembangan chatbot ini merupakan wujud muamalah manusia dengan Allah melalui ilmu.

4.4.2 Muamalah Ma'an An-Nas

Muamalah ma'an an-nas dalam penelitian ini sebagai media bantu pembelajaran yang memudahkan siswa dalam memahami ilmu nahwu secara interaktif. Sistem ini membantu proses belajar-mengajar, memberikan akses ilmu tanpa batasan waktu, serta mendukung pemerataan pembelajaran bahasa Arab. Chatbot pembelajaran Nahwu dirancang untuk mempermudah siswa-siswi dalam memahami konsep dasar Nahwu tanpa batasan waktu dan tempat, sehingga mendukung pemerataan akses pembelajaran bahasa Arab. Point ini sesuai dengan sabda Rasulullah SAW :

خَيْرُكُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ

*"Sebaik-baik kalian adalah orang yang belajar Al-Qur'an dan mengajarkannya."
(HR. Al-Bukhari No. 5027)*

Dari sabda Rasulullah SAW. ini dapat disimpulkan bahwa chatbot bisa menjadi sarana muamalah sosial dalam menyebarkan ilmu dan membantu sesama dalam memahami bahasa Al-Qur'an.

4.4.3 Muamalah Ma'a Al-Bi'ah

Muamalah Ma'a Al-Bi'ah merupakan pemanfaatan chatbot berbasis digital dalam pembelajaran Nahwu yang turut mendukung pelestarian lingkungan dengan mengurangi penggunaan media cetak seperti buku dan kertas. Sistem ini

menggunakan data dan proses digital yang lebih efisien serta ramah lingkungan. Hal ini sejalan dengan prinsip islam yang mendorong manusia untuk menjaga dan memelihara lingkungan sebagai amanah dari Allah SWT. Point ini selaras dengan firman Allah SWT yang berbunyi :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا

*"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah Allah memperbaikinya"
QS. Al-A'raf: 56)*

Dengan demikian, pengembangan chatbot ini mencerminkan tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi dalam memanfaatkan teknologi secara bijak dan berkelanjutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa chatbot pembelajaran nahwu yang dikembangkan mampu berfungsi dengan baik sebagai media bantu pembelajaran. Pada modul FAQ, penggunaan metode TF-IDF dan cosine similarity dengan threshold dinamis (0.3 - 0.7) memberikan hasil terbaik dengan 77 pertanyaan berhasil dijawab, sehingga sistem lebih adaptif dibandingkan threshold statis. Pada pengujian analisi kata diperoleh tingkat akurasi sebesar 80%, yang menunjukkan bahwa sistem cukup baik dalam melakukan analisis morfologis dasar meskipun masih terdapat beberapa ketidaktepatan. Sementara itu, pada analisis kalimat, sistem mencapai akurasi 93.33% karena seluruh kalimat uji berhasil diklasifikasikan dengan benar. Selain itu, pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata sebesar 80 yang termasuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya memiliki performa yang cukup akurat, tetapi juga mudah digunakan dan dapat diterima oleh pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan, maka beberapa saran yang diberikan untuk penegmabngan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dataset FAQ nahwu perlu diperluas agar mencakup lebih banyak materi dan variasi istilah, sehingga chatbot mampu menjawab pertanyaan yang lebih beragam dan kompleks
2. Metode pencarian jadwal pada modul FAQ dapat dikombinasikan dengan pendekatan semantic-based atau embedding agar tidak terlalu bergantung pada kesamaan teks secara literal
3. Modul i'rab engine perlu dikembangkan dengan aturan tambahan untuk menangani analisis kata dan kalimat yang lebih kompleks serta memperluas cakupan aturan nahwu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A., Ali, N., Alzubaidi, M., Zaghouani, W., Abd-alrazaq, A., & Househ, M. (2022). Arabic chatbot technologies: A scoping review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*, 2, 100057. <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2022.100057>
- al-Anshari, I. H. (2011). *Qathr al-Nada wa Ball al-Shada*. Dar al-Ma'rifah.
- Alkaabi, H. A., Jasim, A. K., & Darroudi, A. (n.d.). Arabic NLP: A Survey of Pre-Processing and Representation Techniques. *Journal of Computer Science*, 6(2).
- Ash-Shanhaji & Abu 'Abdillah Muhammad bin Daud. (2009). *Matan Al-Jurumiyah fi al-Nahwi*. Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- Astari, M. Rizky and Abdurrohman, M. Sa'id and Mardlian, Kunta and Bahri, Saiful and Siregar, & Maria Ulfah. (2023). Rancangan Aplikasi Chatbot Telegram "Tanya Zaid" sebagai Media Pembelajaran Nahwu. *UIN Sunan Kalijaga*.
- Ayedh, A., Tan, G., Alwesabi, K., & Rajeh, H. (2016). The Effect of Preprocessing on Arabic Document Categorization. *Algorithms*, 9(2), 27. <https://doi.org/10.3390/a9020027>
- Ayu Sekar Sari, Johar Kurniawan Siagian, & Putri Amelia. (2025). Basics of Arabic Morphology: Word Structure in Arabic. *Quality: Journal Of Education, Arabic And Islamic Studies*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.58355/qwt.v3i1.94>
- Ayuningtyas, P., & Oktafiandi, H. (2024). Chatbot AI Platform Sebagai Media Peningkatan Kemampuan Belajar Siswa. *Jurnal Ekonomi dan Teknik Informatika*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.37601/jneti.v12i1.246>
- Bashir, M. H., Azmi, A. M., Nawaz, H., Zaghouani, W., Diab, M., Al-Fuqaha, A., & Qadir, J. (2023). Arabic natural language processing for Qur'anic research: A systematic review. *Artificial Intelligence Review*, 56(7), 6801–6854. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10313-2>
- Cholidah, Z., & Muid, F. A. (2024). Inovasi Pembelajaran Nahwu dalam Kurikulum Bahasa Arab Modern. *Journal of Practice Learning and Educational Development*, 4(3), 184–189. <https://doi.org/10.58737/jpled.v4i3.352>

- Haeruddin, H., Sabariman, S., & Su, V. (2025). Designing a Chatbot Application Using the Flask Framework and Rule-Based Algorithm. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 7(1), 133–142. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v7i1.1820>
- Huang, W., Hew, K. F., & Fryer, L. K. (2022). Chatbots for language learning—Are they really useful? A systematic review of chatbot-supported language learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 237–257. <https://doi.org/10.1111/jcal.12610>
- Juanta, P., Fa, F., Alexa, H., Andrian, D., & Nababan, V. S. (n.d.). *Analisis Pengaruh Penggunaan Chatbot sebagai Asisten Pembelajaran AI terhadap Motivasi Belajar Siswa*. 3.
- Kern, T., Stang, J., Milde, M., Hofer, A., Streibel, L., & Zaeh, M. F. (2024). A modular chatbot framework for assisting workers in diverse production tasks. *Procedia CIRP*, 130, 1268–1275. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.10.238>
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Mahdi, M. (2025). Kontribusi Pemikiran Abu Aswad Ad-du’ali Dalam Perkembangan Ilmu Nahwu: Analisis Kritis dan Historis. *Open Access*, 7(8).
- Malik, I., & Abdullah, M. bin. (2008). *Alfiyah Ibnu Malik*. Dar al-Hadits.
- Mualif, A. (n.d.). *Metodologi Pembelajaran Ilmu Nahwu dalam Pendidikan Bahasa Arab*.
- Obeid, O., Zalmout, N., Khalifa, S., Taji, D., Oudah, M., Alhafni, B., Inoue, G., Eryani, F., Erdmann, A., & Habash, N. (n.d.). *CAMeL Tools: An Open Source Python Toolkit for Arabic Natural Language Processing*.
- Ojha, S. K., Kumar, A., Bhole, T., & Naaz, S. (2024). 1,2,3, 4CSE Department Sharda University Greater Noida. 11(5).
- Ouali, S., & Garouani, S. E. (2024). Arabic Chatbots Challenges and Solutions: A Systematic Literature Review. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 5(3). <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2024.05.03.007>
- Park, K., Hong, J. S., & Kim, W. (2020). A Methodology Combining Cosine Similarity with Classifier for Text Classification. *Applied Artificial*

Intelligence, 34(5), 396–411. <https://doi.org/10.1080/08839514.2020.1723868>

Putra, K. T., Hariyadi, M. A., & Crysdiyan, C. (n.d.). *Perbandingan Feature Extraction TF-IDF dan Bow untuk analisis Sentimen Berbasis SVM*.

Rishanda, Aflah Tamami, Koderi, Ghazi, Fachrul, Mizan, & Ahmad Nur. (2025). Artificial Intelligence dalam Pembelajaran Nahwu secara Mandiri. *Al Mi'yar: Jurnal Ilmiah Pembelajaran Bahasa Arab dan Kebahasaaraban*. <https://doi.org/10.35931/am.v8i1.4594>

Salim Nurul Umam, Raden Bagus Bambang Sumantri, & Retno Agus Setiawan. (n.d.). Usability Testing Pada PUSADBOT Menggunakan Black-Box dan System Usability Scale (SUS). 2023, 1.

Sari, S. D. (n.d.). *Desain Cross Sectional Bagi Penelitian Bidang Kebidanan*.

Sawalha, M. (n.d.). *MASAQ: Morphologically Annotated Standard Arabic Quran (Version V2) [Dataset]*. Mendeley Data. <https://doi.org/10.17632/9yvrzxtmr.2>

Septiani, D., & Isabela, I. (n.d.). *Analisis Term Frequency Inverse Document Frequency (TF-IDF) Dalam Temu Kembali Informasi Pada Dokumen Teks*.

Setiawan, G. H., & Adnyana, I. M. B. (2023). Improving Helpdesk Chatbot Performance with Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) and Cosine Similarity Models. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7(2), 252–257. <https://doi.org/10.30871/jaic.v7i2.6527>

Siti Rahmawati, Dewi Anggraini, & Rizki Kurniawan. (2024). Natural Language Processing For Automatic Sentiment Analysis In Social Media Data. *International Journal of Information Engineering and Science*, 1(1), 16–19. <https://doi.org/10.62951/ijies.v1i1.54>

Sofyan, Y., & Arroyan, A. F. I. (2025). Implementation of Natural Language Processing (NLP) in Developing a Chatbot Application for Classical Islamic Text Learning at Pesantren El-Huda El-Islamy. *Journal TIFDA (Technology Information and Data Analytic)*, 2(1), 34–41. <https://doi.org/10.70491/tifda.v2i1.85>

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sumarno, S., Hindarto, H., Khoiri, K., & Arya, E. (2025). *Aplikasi Pembelajaran Nahwu Sharaf Berbasis Mobile*.

- Supardi, A., Gumilar, A., & Abdurohman, R. (2022a). *Pembelajaran Nahwu Dengan Metode Deduktif Dan Induktif*. 3(1).
- Supardi, A., Gumilar, A., & Abdurohman, R. (2022b). *Pembelajaran Nahwu Dengan Metode Deduktif dan Induktif*. 3(1).
- supiyanto & sriyono. (2023). Metode Cosine Similarity untuk Mendeteksi Kemiripan pada Dokumen Teks. *SAINS: Jurnal MIPA dan Pengajarannya*, 1(1), 1–7.
- Syaifudin, M., & Abdullah, A. (2024). Istikhdam kitab al-I'rab li al-Habib Hasan bin Ahmad Baharun Litarqiyat maharat al-Qira'ah: Dirasah Midaniyah fi ma'had al-Raudhah Surabaya. *Qismul Arab: Journal of Arabic Education*, 2(02), 60–71. <https://doi.org/10.62730/qismularab.v2i02.46>
- Wannasuphprasit, S., Zhou, Y., & Bollegala, D. (2023). *Solving Cosine Similarity Underestimation between High Frequency Words by L2 Norm Discounting* (No. arXiv:2305.10610). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.10610>
- Yenti, E., Firdaus, B., Rahmiati, R., & Al Fikri, M. A. (2022). Pengaruh Kaidah Nahwu dalam Istimbath Hukum. *Jurnal Kajian dan Pengembangan Umat*, 5(2). <https://doi.org/10.31869/jkpu.v5i2.3725>
- Zhou, K., Ethayarajh, K., Card, D., & Jurafsky, D. (2022). Problems with Cosine as a Measure of Embedding Similarity for High Frequency Words. *Proceedings of the 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 2: Short Papers)*, 401–423. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.acl-sh>

LAMPIRAN

Dataset untuk FAQ (Frequency Asked Quation) :

id	pertanyaan	
1	Apa yang dimaksud kalam ?	kalam adalah lafaz yang tersusun dan bermakna lengkap . الكلام هو اللفظ المركب المفيد بالوضع .
2	Ada berapakah syarat kalam ? Sebutkan !	Ada 4. Lafaz, murakkab, mufid, wada.
3	Jelaskan pembagian kalam !	وأقسامه ثلاثة: اسم، وفعل، وحرف جاء المعنى .
4	Apa yang dimaksud isim ?	الإسم كلمة دلت على معنى في نفسه، ولم تقترن بزمان .
5	Apa yang dimaksud Fi'il ?	والمفعول كلمة دلت على معنى في نفسه، واقترن بزمان .
6	Apa yang dimaksud huruf ?	والحرف كلمة دلت على معنى في غيرها
7	Ada berapa macam fi'il ? sebutkan !	Fi'il terbagi menjadi 3 macam . ماضٍ، ومضارع، وفعل .
8	Ada berapa macam tanda isim ?	Tanda-tanda isim ada 4
9	Ada berapa macam tanda fi'il ?	Tanda-tanda fi'il ada 4
10	Apa yang dimaksud dengan irab?	Irab ialah perubahan akhir kalimah karena perbedaan amil yang memasukinya, baik secara lafaz ataupun secara perkiraan
11	Ada berapa macam irab?sebutkan!	Pembagian irab ada 4 . 1. Rafa 2. Nasab 3. Jar 4. Jazm
12	Ada berapa tanda irab rafa ?	Tanda irab rafa ada 4 macam . Dhammah, wawu, alif, dan nun
13	Apa yang dimaksud isim mudhari ?	Isim mudaf adalah kata benda yang menunjuk pada satu orang atau satu benda saja
14	Apa yang dimaksud Jamak Taksir ?	Jamak taksir ialah kata benda jamak yang bentuknya berubah total dari bentuk mufradnya
15	Apa yang dimaksud jamak muannas salim ?	Jamak mannas salim ialah jenis jamak khusus untuk kata benda perempuan, conohnya مُسَلِّمَةٌ → مُسَلِّمَاتٌ (seorang muslimah)
16	Apa yang dimaksud Fi'il Mudhari ?	Fi'il mudari ialah kata kerja yang menunjukkan perbuatan sedang berlangsung atau akan terjadi di masa depan.
17	Apa yang dimaksud Jamak Muzakkar salim ?	Jamak muzakkar salim ialah bentuk jamak (plural) untuk isim muzakkar (kata benda laki-laki) yang tetap utuh bentuk mufrad
18	Apa saja irab yang masuk pada isim ?	Irab yang masuk pada isim yakni rafa, nasab, dan khafad atau jer
19	Lafaz apakah yang di rafakan dengan dhommah ?	Lafaz yang di rafa kan dengan dhommah yakni Isim mufrad, jamak taksir, jamak muannas salim dan fiil mudari
20	Lafaz apakah yang rafa kan dengan wawu ?	Lafaz yang di rafa kan dengan wawu yakni jamak muzakkar salim dan asmaul khamsah
21	Apa itu asmaul khamsah ?	Asmaul khamsah ialah isim-isim yang lima atau 5 isim khusus.
80	Apa yang dimaksud isim damir ?	isim dhamiri ialah kata ganti : وَاَلَّذِي خَلَقَ مِنْهَا مِنِّيْ .
81	Apa yang dimaksud isim nakirah ?	isim Nakirah yakni Setiap isim yang jenisnya bersifat umum yang tidak menentukan sesuatu perkara yang lainnya
82	Apa yang dimaksud isim mansub?	الإسم المنسوب هو الإسم الذي دخله عمل بوجب نصبه عليه
83	Apa yang dimaksud amil ?	amil ialah yang mempengaruhi , maksudnya sesuatu yang menyebabkan akhiran sebuah kata berubah irab nya baik berupa
84	Irab apa yang tidak boleh memasuki isim?	irab yang tidak boleh memasuki isim yakni irab jazm
85	Irab apa yang tidak boleh memasuki fiil ?	Irab yang tidak boleh memasuki fiil yakni irab jar
86	masa terabgi menjadi berapa macam ?	masa terabgi menjadi 3 yakni masa yang telah lalu (madi), masa sekarang atau yang sedang berlangsung (hal), masa yang a
87	"Aku sedang makan" termasuk fiil apakah itu ?	"aku sedang makan" termasuk ke dalam fiil mudari karena kegiatan sedang dilakukan
88	Apa fungsi sin dan saufa pada fiil mudari ?	Sin , pada fiil mudari berfungsi untuk menyatakan masa yang akan datang dengan rentang waktu dekat (lil qarib) sedang
89	Apa yang dimaksud jumlah ismiyah ?	Jumlah ismiyah ialah kalimat yang diawali dengan isim (kata benda) dan biasanya menunjukkan keadaan/sifat
90	Apa yang dimaksud dengan jumlah fi'liyah ?	Jumlah Fi'liyah ialah kalimat yang diawali dengan fiil (kata kerja) dan biasanya menunjukkan perbuatan/kejadian
91	Apa tanda fiil amar ?	Tanda fiil amar yakni ya muannas mukhatabah
92	Jelaskan rukun dari jumlah ismiyah ?	Rukun untuk jumlah ismiyah itu ada 2 yakni Mubtada (isim yang dibicarakan)
93	Jelaskan rukun dari jumlah fi'liyah ?	Rukun untuk jumlah fi'liyah itu ada 2 yakni Fiil (kata kerja) dan fall (pelaku perbuatan)
94	Sebutkan perbedaan pokok antara jumlah ismiyah dan jumlah fi'liyah ?	Perbedaan pokok antara jumlah ismiyah dan jumlah fi'liyah terletak pada kalimat awalnya. jumlah ismiyah di
95	Bagaimana contoh jumlah ismiyah ?	Contoh dari jumlah ismiyah yakni : الْقَائِلُ لِيَجْ = Mubtada (siswa) dan khabar لِيَجْ (berhasil).
96	Bagaimana contoh jumlah fi'liyah ?	Contoh dari jumlah fi'liyah yakni : قَامَ يَوْمَ = Fi'il: قَامَ (telah berdiri), Fa'il: يَوْمَ (Zaid).
97	Apa perbedaan antara kalam dan kalimah dalam ilmu nahwu ?	Kalam adalah susunan kata yang memberikan faidah sempurna sedangkan kalimah adalah sebuah kata / hanya satu kata sa
98	Apa perbedaan antara jumlah dan murakkab ?	Jumlah adalah murakkab yang memberi faidah sempurna, sedangkan murakkab bisa sempurna atau tidak.
99	Apa perbedaan isim nakirah dan isim marifah ?	isim nakirah adalah isim yang menunjuk makna umum (contoh: رجل = seorang laki-laki). Sedangkan isim marifah adalah isi
100	Sebutkan macam-macam isim dari sisi ketentuan gender ?	isim berdasarkan gender nya yakni isim mudzakkar (laki-laki) dan isim muannas (perempuan).
101	Apa perbedaan antara isim mufrad, tasniyah, dan jamak ?	Perbedaan antara isim mufrad, tasniyah dan jamak terletak pada perbedaan jumlah objek. Isim mufrad itu satu, isim tasni

Hasil Pengujian Analisis Kata

No	Kata	Analisis Acuan	Analisis Chatbot	Kesesuain
1	بَيْتًا	Isim , nashab	Isim , nashab	sesuai
2	يَكْتُبُ	Fiil mudhari, rafa	Fiil mudhari, irab tidak diketahui	Sebagian sesuai
3	لَنْ يَذْهَبَ	Fiil mudhari, nashab	Fiil mudhari, mabni	Sebagian sesuai
4	لَمْ يَدْرُسْ	Fiil mudhari, jazm	Fiil mudhari, huruf jazm	sesuai
5	أَكَلَ	Fiil madhi, mabni	Fiil madhi, mabni	sesuai
6	يَشْرَبُ	Fiil mudhari, rafa	Fiil mudhari, irab tidak diketahui	Sebagian sesuai
7	صَغِيرَةٌ	Isim (naat), rafa	Naat, nashab	sesuai
8	ذَلِكَ	Isim isyariah, mabni	Isim siyarah, rafa	Sebagian sesuai
9	ثُمَّ	Huruf athaf , mabni	Huruf athof, mabni	sesuai

10	رجال	Isim, rafa	Isim, rafa	Sesuai
11	كتب	Fiil madhi majhul, mabni	Fiil madi majhul, mabni	sesuai
12	واسع	Isim , rafa'	Isim fail, rafa	Sesuai
13	أخا	Isim, nashab	Isim, nashab	sesuai
14	أرضاً	Isim, nashab	Isim, nashab	sesuai
15	كبيراً	Isim (na'at), nashab	Naat, nasab	sesuai
16	لن نكتب	Fiil mudhari, nashab	Fiil mudhari, nashab	Sesuai
17	لم يلعب	Fiil mudhari, jazm	Fiil mudhari, jazm	Sesuai
18	مكتوب	Isim maful, rafa		Sebagian sesuai
19	هذان	Isim isyaroh, rafa	Isim isyaroh, rafa	sesuai
20	فما	Isim, nashab	Huruf athaf, mabni	Tidak sesuai