

PENGEKSTRAKAN SUBKELAS HUBUNGAN TAKSONOMI MENGUNAKAN MODEL BAHASA BESAR (LLMs) BAGI TEKS TERJEMAHAN AL-QUR'AN^(*)

*(Subclass Extraction of Taxonomic Relations Using Large Language
Models (LLMs) for Quran Translation Texts)*

Rohana Binti Ismail¹, Mokhairi Bin Makhtar²,
Hasni Binti Hasan³

ABSTRACT

The Qur'an is the primary text of Islam, characterized by a complex textual structure. This presents challenges in understanding verses, semantic search, knowledge extraction, and question-answering systems. Ontology provides a structured approach to addressing these challenges by organizing their information into key ontology elements, such as concepts, relations, and object instances, into a formal, machine-readable format. Manual ontology construction, however, is a time- and labour-intensive task. Therefore, Ontology Learning (OL) supports the ontology construction process through semi-automatic or automatic methods for extracting ontology elements from text. This reduces reliance on manual work and enhances the efficiency of ontology development. Nonetheless, the extraction of subclasses for taxonomic relations, such as 'is-a' or 'part-of', remains a major constraint, especially in texts rich in meaning, such as

^(*) This article was submitted on: 19/07/2025 and accepted for publication on: 25/09/2025.

¹ Senior Lecturer, Fakulti Informatik & Komputeran, Universiti Sultan Zainal Abidin. (Corresponding Author).

Email: rohana@unisza.edu.my

² Professor, Fakulti Informatik & Komputeran, Universiti Sultan Zainal Abidin dan Artificial Intelligence Research Centre for Islam and Sustainability (AIRIS), Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia

Email: mokhairi@unisza.edu.my

³ Senior Lecturer, Fakulti Informatik & Komputeran, Universiti Sultan Zainal Abidin.

Email: hasni@unisza.edu.my

the Qur'an. These taxonomic relations are usually implicit and difficult to detect. Recent advances in Artificial Intelligence have led to the widespread application of Large Language Models (LLMs) across various domains due to their ability to automate and accelerate ontology construction. However, their potential in Qur'anic studies has not yet been extensively explored. This study aims to evaluate the extraction of subclass taxonomic relations in the Qur'an, with a focus on texts related to the Hajj rituals. Experiments were conducted using GPT-4.0, powered by LLMs, employing the Chain of Thought (CoT) prompting strategy. The evaluation of subclass taxonomic relation extraction using LLMs showed varying performance. The model achieved the highest precision for the *Location* class, with a precision (P) of 0.80 and a recall (R) of 0.57, followed by moderate performance for Living Creation, with a precision (P) of 0.66 and a recall (R) of 0.40. Although no correct subclass taxonomic relations were identified for some classes, the LLMs still demonstrated the potential to generate a total of 39 new subclass taxonomic relations across all classes. In conclusion, the use of LLMs in extracting taxonomic relations from Qur'anic text shows promising results for certain classes. The model also demonstrated the capability to generate subclasses beyond the gold standard.

Keywords: *Taxonomy, Quranic Studies, Ontology Learning, Llms*

ABSTRAK

Al-Qur'an merupakan teks asas dalam Islam yang mempunyai ciri struktur teks yang kompleks. Ini menimbulkan cabaran dalam tafsiran, pencarian semantik, pengekstrakan pengetahuan dan sistem soal jawab. Ontologi menawarkan pendekatan berstruktur untuk menangani cabaran ini dengan menyusun elemen ontologi utama seperti konsep, hubungan, dan individu objek ke dalam format yang formal yang boleh dibaca mesin. Pembinaan ontologi adalah suatu tugas yang rumit dan mencabar dari segi masa dan tenaga. Oleh itu pembelajaran ontologi (*OL*) menyokong proses pembangunan ontologi sama ada dengan kaedah semi-automatik atau automatik dalam pengekstrakan elemen-elemen ontologi daripada teks. Ia mengurangkan kebergantungan kepada kerja manual dan meningkatkan kecekapan pembangunan ontologi. Namun, pengekstrakan subkelas bagi hubungan taksonomi seperti *is-a* atau *part-of* masih menjadi kekangan utama, terutamanya dalam konteks teks yang kaya dengan makna seperti al-Qur'an. Hubungan taksonomi ini lazimnya bersifat tersirat dan sukar dikesan. Perkembangan terkini dalam Kecerdasan Buatan menjadikan

Model Bahasa Besar (*LLMs*) telah digunakan meluas dalam pelbagai bidang disebabkan kebolehannya mengautomasikan dan membuat pembinaan ontologi dengan lebih cepat. Namun begitu, potensinya dalam kajian al-Qur'an masih belum diterokai secara meluas. Kajian ini bertujuan untuk menilai pengekstrakan subkelas hubungan taksonomi dalam Al-Qur'an, dengan memberi fokus kepada teks berkaitan ibadah Haji. Eksperimen dijalankan menggunakan GPT-4.0 yang dikuasakan oleh *LLMs* menggunakan strategi *prompt Chain of Thought* (COT). Penilaian terhadap pengekstrakan subkelas hubungan taksonomi menggunakan *LLMs* menunjukkan prestasi yang berbeza-beza. Model menunjukkan ketepatan tertinggi bagi kelas *Location* dengan ketepatan P 0.80 dan kepekaan R 0.57, diikuti prestasi sederhana bagi *Living Creation* (P 0.66, R 0.40). Walaupun tiada subkelas hubungan taksonomi yang betul dikenal pasti bagi beberapa kelas, *LLMs* tetap menunjukkan potensi menjana sejumlah 39 subkelas hubungan taksonomi yang baharu dalam semua kelas. Kesimpulannya, penggunaan *LLMs* dalam pengekstrakan hubungan taksonomi daripada teks al-Qur'an menunjukkan hasil yang memberangsangkan bagi kelas tertentu. Model juga menunjukkan keupayaan untuk menjana subkelas di luar piawaian rujukan.

Kata Kunci: *Taksonomi, Pengajian Al-Quran, Pembelajaran Ontologi, Llms*

1. PENGENALAN

Al-Qur'an merupakan teks asas dalam Islam, memberikan panduan yang mendalam merangkumi aspek kerohanian, sosial dan perundangan. Namun begitu, proses penafsirannya menghadapi pelbagai cabaran disebabkan oleh struktur bahasa Arab klasik, makna tersirat, gaya retorik yang kaya, serta penyebaran konsep-konsep berkaitan yang tidak tersusun dalam surah-surah yang berbeza. Kompleksiti linguistik dan struktur ini menyukarkan pencarian semantik, penaakulan automatik, dan pengekstrakan pengetahuan secara sistematik (Asmaa Bengueddach, 2025). Bagi menangani cabaran ini, ontologi menawarkan penyelesaian yang berkesan melalui perwakilan pengetahuan yang formal dan berstruktur untuk sesuatu domain. Ontologi menyusun elemen-elemen utama seperti konsep, hubungan, sama ada taksonomi atau bukan taksonomi, dan objek individu ke dalam format yang boleh dibaca oleh mesin bagi menyokong pencarian maklumat, penemuan pengetahuan, dan kebolehooperasian merentasi sistem digital. Pendekatan berstruktur ini amat berguna dalam kajian Al-Qur'an bagi menghubungkan konsep-konsepnya yang berterabur di merata surah dalam Al-Qur'an. Ontologi dalam bidang Al-Quran ini memberi manfaat dalam reka bentuk enjin carian semantik, pembangunan

sistem pertanyaan dalam bahasa tabi'i, pengecaman suara dan penilaian bacaan al-Quran, serta dalam menghubungkan ayat-ayat al-Quran dengan sumber multimedia di web (Mirarab, Sadat Tabatabai Amiri, et al., 2023). Ia juga memudahkan navigasi dan menyokong pembangunan aplikasi pintar (Rizquallah et al., 2023).

Walaupun beberapa ontologi Al-Qur'an telah dibangunkan secara manual, kaedah ini memakan masa dan tenaga, kecederungan kepada pembangun, tidak konsisten, dan sering terhad kepada domain tertentu (Bakker et al., 2024; Mirarab, Amiri, et al., 2023). Oleh itu, kelemahan ini telah membuka peluang yang baru kepada bidang pembelajaran ontologi (*Ontology Learning (OL)*), iaitu suatu proses automatik atau separa automatik dalam pengekstrakan elemen ontologi daripada teks yang tidak berstruktur. OL menggunakan teknik dari pelbagai bidang seperti pemprosesan bahasa Tabi'i, pembelajaran mesin dan analisis berasaskan statistik dan lain-lain bagi mengatasi kelemahan pembangunan ontology secara manual dan meningkatkan kebolehskalaan (Du et al., 2024).

Secara khusus, *Pembelajaran Ontologi (OL)* merupakan suatu bidang yang berkaitan dengan pencarian atau pengekstrakan elemen-elemen yang diperlukan didalam suatu ontologi. Tugas-tugas OL ini terdiri daripada pengekstrakan istilah, pengekstrakan sinonim, pembentukan konsep, pengekstrakan hubungan taksonomi, pengekstrakan hubungan bukan taksonomi, pengekstrakan peraturan atau aksiom (Du et al., 2024). Setiap pengekstrakan elemen menggunakan pelbagai teknik.

Pengekstrakan hubungan taksonomi seperti *is-a* atau *part-of* merupakan cabaran yang masih berterusan dikaji (Mai et al., 2024). Hubungan ini selalunya bersifat tersirat di dalam teks, menjadikannya sukar untuk diekstrakan. Malah, pembelajaran ontologi juga sukar untuk membina hubungan taksonomi yang tepat dan konsisten, khususnya apabila berhadapan dengan teks yang kaya dengan makna seperti Al-Qur'an. Pengekstrakan hubungan taksonomi dalam teks al-Quran adalah penting kerana ia membolehkan perwakilan pengetahuan yang lebih tersusun dan lebih bermakna. Dengan mengenal pasti hubungan taksonomi, ianya dapat menghubungkan kelas-kelas tertentu dengan lebih tepat. Subkelas seperti *tempat ibadah* dan *bandar* dapat dihubungkan dengan superkelas *lokasi*. Pengetahuan yang tersusun ini menyokong pencarian maklumat yang lebih tepat, tafsiran yang berasaskan konteks, dan carian semantik yang membolehkan pengguna meneroka al-Quran lebih dari sekadar carian melalui padanan kata kunci. Ia juga memudahkan untuk memahami dan membuat penaaakulan terhadap konsep Islam dengan lebih tepat. Selain itu, pengekstrakan taksonomi membantu dalam memperjelaskan bahasa yang simbolik atau abstrak

yang sering ditemui dalam al-Quran, sekaligus menyokong analisis yang berkaitan dengan lebih konsisten.

Perkembangan terkini dalam pembelajaran ontologi, Teknik Model Bahasa Besar (LLMs) telah digunakan secara meluas. Ianya menunjukkan keupayaan yang luar biasa dalam memahami bahasa manusia, menjadikannya suatu model yang berpotensi untuk mengautomatiskan proses pengekstrakan dan penyusunan pengetahuan daripada teks (Sanaei et al., 2024). Terdapat beberapa kajian dalam pembelajaran ontologi yang menggunakan LLMs. Salah satunya adalah model LLMs4OL yang digunakan didalam pembelajaran ontologi untuk meneroka potensi LLMs dalam pembelajaran ontologi itu (JBabaei Giglou et al., 2023). Ianya digunakan untuk menilai sembilan model LLM yang berbeza bagi tiga tugas utama dalam OL iaitu pengelasan istilah, pencarian taksonomi, dan pengekstrakan hubungan bukan taksonomi. LLMs juga digunakan untuk mengkaji OL dalam pengetahuan berasaskan artikel berita (Bakker et al., 2024). Hasil kajian menunjukkan bahawa, walaupun LLM berjaya mengenal pasti kelas dan objek individu yang penting, ia selalunya tidak dapat mengenalpasti sifat (*properties*) antara kelas, dan kerap berlaku penambahan sifat yang tidak konsisten dan tidak tepat antara objek individu.

Di dalam bidang kajian Al-Qur'an, LLMs masih baru diteroka didalam beberapa bidang seperti sistem soal jawab Bahasa Tabi'i, pencarian semantik (Alqarni, 2024; Rizqullah et al., 2023; Saadaoui et al., 2024). Oleh itu, terdapat keperluan yang ketara untuk membangunkan rangka kerja OL yang lebih baik dan disesuaikan dengan teks Al-Qur'an, yang mampu mengekstrak dan mewakili struktur ontologi secara tepat, khususnya hubungan taksonomi, bagi menyokong pemahaman semantik yang lebih mendalam serta pembangunan aplikasi.

Berdasarkan cabaran yang dikenal pasti terutama dalam pembangunan ontologi berasaskan Al-Qur'an dan kelebihan LLMs dalam OL, kajian ini bertujuan untuk menilai pengekstrakan hubungan taksonomi daripada teks al-Qur'an dengan membandingkan taksonomi yang terhasil daripada LLMs dengan piawaian ontologi yang telah dibina.

2. KAJIAN LITERASI

Ayat-ayat Al-Qur'an merupakan penulisan yang unik yang menggunakan bahasa Arab klasik. Keunikan ini memberikan cabaran yang besar dari segi linguistik dan semantik kerana ianya memiliki struktur tatabahasa yang rumit, perbendaharaan kata yang mendalam, lenggok bahasa yang mempunyai arahan, ingatan, panduan serta penggunaan metafora yang kaya dengan lapisan makna (Ahmed et al., 2022; Alqarni, 2024). Pentafsirannya sering memerlukan

pemahaman mendalam terhadap konteks sejarah, budaya, dan teologi. Selain itu, konsep tematik dan idea yang berkaitan berselerak dalam pelbagai surah dan ayat tanpa tersusunan sebagaimana teks biasa. Ini menjadikan usaha untuk mengekstrak dan menyusun pengetahuan secara sistematik dari teks menjadi sukar (Al-Yahya & Al-Khalifa, 2022). Sejajar dengan itu, satu kajian literatur sistematik telah mengkaji tentang Pemprosesan Bahasa Semula Jadi (NLP) untuk teks Al-Qur'an. Ia telah mengenal pasti isu-isu yang terbuka untuk penyelidikan di masa hadapan dalam pembangunan sistem pintar untuk Al-Qur'an (Bashir et al., 2023). Ia membuka peluang untuk pembangunan aplikasi baharu yang dapat membantu individu yang berminat untuk mempelajari dan memahami Al-Qur'an.

Dalam konteks ini, ontologi menawarkan penyelesaian melalui perwakilan konsep dan hubungan antara konsep secara formal dan berstruktur (Zengeya & Vincent Fonou-Dombeu, 2024). Ontologi digunakan secara meluas untuk mewakili pengetahuan domain dan metadata, serta memainkan peranan yang semakin penting dalam Sistem Maklumat, Web Semantik dan Bioinformatik (Chen et al., 2024). Ontologi memudahkan anotasi semantik, meleraikan pelbagai makna, dan memudahkan membuat penaakulan, sekali gus membolehkan perwakilan pengetahuan al-Qur'an yang lebih koheren dan boleh dibaca mesin. Dengan mengenalpasti makna-makna khusus tentang suatu domain, ontologi berjaya menyokong pencarian semantic dan membuat penaakulan keatas maklumat-maklumat dalam ontologi, menjadikannya sangat berguna dalam analisis pengkomputeran dan pemodelan pengetahuan berasaskan Al-Qur'an (Ahmed et al., 2022; Mirarab, Sadat Tabatabai Amiri, et al., 2023).

Kajian terkini menggunakan ontologi dalam pelbagai domain Al-Qur'an termasuklah pengelasan tema, pencarian semantik, pemetaan konsep dan penterjemahan automatik. Sebagai contoh, ontologi al-Qur'an telah dibangunkan untuk menyokong sistem pengajaran pintar, mempertingkatkan enjin pencarian semantik, dan membolehkan sistem soal jawab yang mentafsir pertanyaan pengguna dalam konteks keagamaan (Awan & Ismail, 2025; Rizquallah et al., 2023). Di bidang Haji, kajian lepas menunjukkan bahawa konsep penting ontologi dalam bidang ini masih belum diterokai sepenuhnya, manakala kajian yang Al-Qur'an berkait dengan bidang Haji juga sangat terhad (Ismail et al., 2026). Salah satu kajian adalah kajian dari kumpulan penyelidik Arabic Language Computing Research, Quran.com dari Universiti of Leeds. (Dukes, 2023). Ontologi ini merangkumi keseluruhan topik dalam Qur'an. Ontologi ini mengandungi kira-kira 300 konsep utama dan 350 hubungan yang menghubungkan konsep-konsep tersebut. Walaubagaimapun, ontologi ini

meletakkan Haji di bawah kategori Peristiwa Kalendar dan tidak merangkumi semua konsep penting yang berkaitan dengan Haji.

Selain itu, satu ontologi ringkas tentang Haji telah dibangunkan bagi tujuan kajian Pemodelan Pangkalan Data Spatio-Temporal (Rizwan et al., 2019). Ontologi ini mempunyai 39 kelas yang berkait dengan “masa” ibadah Haji. Pemodelan ini digunakan untuk membantu pengurusan jemaah yang besar semasa musim Haji dengan meningkatkan strategi bagi tujuan memberi bantuan serta menyediakan perkhidmatan yang berkualiti. Satu lagi ontologi Haji menumpukan kepada perwakilan hubungan hierarki antara kategori yang terdapat dalam domain ibadah Haji (Youssef, Fatima Y. & Othman, 2023). Walau bagaimanapun, ia tidak merangkumi ayat-ayat al-Qur’an yang berkaitan dengan Haji. Begitu juga dengan Umrah yang turut dijadikan sebagai satu domain kajian tersendiri (Sharef et al., 2014). Ontologi ini dibangunkan untuk menyokong sistem soal jawab berasaskan semantik, di mana jemaah boleh mengemukakan sebarang persoalan mengenai Umrah dalam format bahasa tabi’i, dan ontologi tersebut akan memberikan jawapan khusus terhadap pertanyaan yang diajukan. Kajian-kajian ini menunjukkan bidang Haji adalah masih relevan untuk dikaji terutama berkaitan dengan ayat-ayat berkaitan Haji. Oleh itu, eksplorasi ontologi Haji perlu dikaji bagi memperluaskan penemuan konsep-konsep penting dengan meneliti lebih banyak ayat al-Qur’an yang berkaitan dengan ibadah Haji.

Selain bidang Al-Qur’an, ontologi turut berkembang pesat dalam bidang seperti penjagaan kesihatan, informatik perundangan, pendidikan, dan bandar pintar, di mana pengetahuan domain yang berstruktur amat penting bagi aplikasi berasaskan AI (Chen et al., 2024; Du et al., 2024; Ghidalia et al., 2024). Peranannya dalam membolehkan interoperabiliti, integrasi semantik, dan penaakulan automatik telah menjadikan ontologi sebagai asas utama dalam kejuruteraan pengetahuan moden (Ghidalia et al., 2024). Pembelajaran Ontologi (*Ontology Learning (OL)*) ialah proses automatik atau separa automatik untuk membina ontologi daripada data teks dengan mengekstrak istilah yang berkaitan, membentuk konsep, mengenal pasti hubungan, dan menjana aksiom dalam domain tertentu (Du et al., 2024). *OL* mengurangkan proses manual dalam pembinaan ontologi, meningkatkan konsistensi, dan mempercepat pembangunan perwakilan pengetahuan. Ia sangat berguna dalam domain yang mempunyai teks kompleks seperti Al-Qur’an, di mana pembinaan ontologi secara manual memakan masa yang dan mudah terdedah kepada kesilapan.

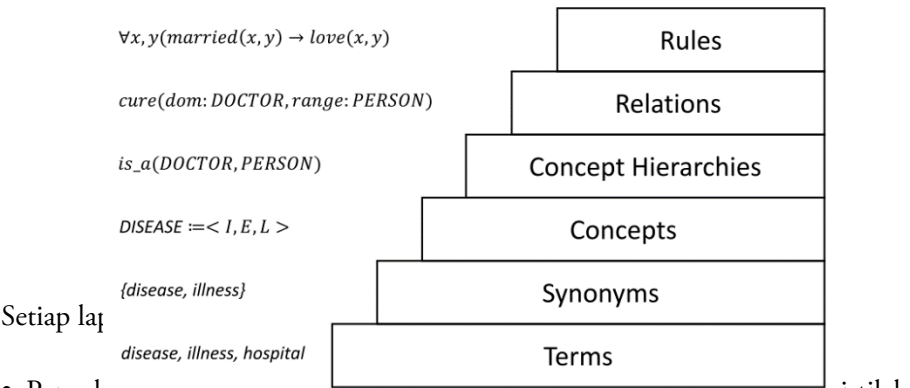
Dalam konteks kajian al-Qur’an, Pembelajaran Pengetahuan *OL* menawarkan penyelesaian praktikal untuk mengekstrak dan menyusun pengetahuan daripada al-Qur’an secara sistematik. Dengan menerapkan teknik

OL, ianya dapat menjadikan konsep dan hubungan dalam Al-Qur'an ke bentuk formal yang mempunyai format yang boleh dibaca mesin, sekali gus menyokong pencarian semantik, penemuan pengetahuan baru, dan aplikasi AI seperti sistem pengajaran pintar dan sistem soal jawab.

OL menggunakan teknik daripada pelbagai bidang, termasuk *Natural Language Processing (NLP)*, pembelajaran mesin, pengekstrakan maklumat, dan perwakilan pengetahuan. Teknik-teknik ini bertujuan untuk mengekstrak pengetahuan berstruktur secara automatik daripada teks yang tidak berstruktur. Hasil utama OL merangkumi konsep, hubungan, dan individu. Konsep ialah istilah atau entiti yang berkaitan dengan domain dan mewakili idea atau kategori utama. Hubungan termasuk hubungan taksonomi (hierarki) seperti *is-a* dan *part-of*, serta hubungan bukan taksonomi (asosiatif) yang merakamkan hubungan konteks antara konsep. Individu pula merujuk kepada contoh konkrit, objek atau kejadian sebenar bagi konsep-konsep tersebut, yang memenuhi ontologi dengan objek-objek data (Du et al., 2024). Gambarajah 2.1 berikut merupakan elemen-elemen ontologi yang diekstrak dan diwakili dalam bentuk OL *layer cake* (Buitelaar et al., 2005).

Gambarajah 2.1

OL Layer Cake



- Pengekstrakan istilah (*terms*): Langkah awal ini melibatkan pengesanan istilah atau entiti yang relevan daripada teks atau set data yang diberikan. Istilah-istilah ini menjadi asas pembinaan ontologi.
- Pengekstrakan sinonim: Sinonim ialah istilah yang berbeza tetapi merujuk kepada konsep yang sama. Dalam pembelajaran ontologi, mengenal pasti sinonim adalah penting bagi memastikan liputan yang menyeluruh dan mengelakkan pengulangan.

- Pembentukan konsep: Setelah istilah dan sinonim dikenal pasti, langkah seterusnya adalah mengelompokkan istilah tersebut kepada konsep atau kelas yang bermakna. Ini melibatkan penyusunan istilah berkaitan ke dalam hierarki atau kategori berdasarkan persamaan, fungsi, atau hubungan semantik.
- Pengekstrakan hierarki konsep atau hubungan taksonomi: Hubungan taksonomi mewujudkan hubungan hierarki antara konsep, dengan mentakrifkan hubungan “ialah” (contohnya, “kereta” ialah “kenderaan”). Pembelajaran ontologi melibatkan penecaman dan penyusunan hubungan hierarki ini untuk membentuk taksonomi atau hierarki ontologi.
- Pengekstrakan hubungan bukan taksonomi: Berbeza dengan hubungan taksonomi, hubungan bukan taksonomi menangkap pelbagai bentuk hubungan antara konsep yang bukan bersifat hierarki. Hubungan ini termasuk “sebahagian daripada,” “mempunyai sifat,” atau bentuk hubungan asosiatif lain yang memperkayakan ekspresiviti ontologi.
- Pengekstrakan peraturan atau aksiom: Peraturan atau aksiom mentakrifkan kekangan, kebergantungan, atau hubungan logik antara entiti atau konsep dalam ontologi. Proses ini bertujuan untuk memformalkan pengetahuan domain dan menetapkan kekangan logik dalam ontologi.

Elemen-elemen ini diekstrakan menggunakan pelbagai teknik termasuklah penecaman sintak corak, statistik, Pemprosesan Bahasa Tabi'i dan Pembelajaran Mesin, Kecerdasan Buatan dan lain-lain (Asgarnezhad, 2023; Mosca et al., 2023; Phi et al., 2024). Teknik OL secara amnya diklasifikasikan kepada pendekatan *shallow learning* dan *deep learning*. Kaedah *shallow learning* merangkumi teknik linguistik, analisis statistik, dan pendekatan berasaskan logik (Du et al., 2024). Teknik ini berkesan untuk proses seperti pengekstrakan istilah, pembentukan konsep, pembinaan taksonomi, pengekstrakan hubungan bukan taksonomi, dan penjanaaan aksiom (Fahad et al., 2023). Ia bergantung kepada ciri permukaan seperti corak kata nama kerja (*part-of-speech*), kebersamaan istilah (*co-occurrence*), dan struktur sintaksis. Sebaliknya, kaedah *deep learning* memberi tumpuan kepada tugas yang lebih kompleks seperti pengekstrakan konsep dan hubungan, yang memerlukan pemahaman semantik yang lebih mendalam terhadap teks. Pendekatan ini menggunakan rangkaian neural dan model bahasa untuk menangkap makna kontekstual, membolehkan pembinaan ontologi yang lebih tepat dan berskala dalam domain yang mempunyai bahasa yang kompleks atau tidak berstruktur, seperti teks keagamaan.

Gabungan teknik pelbagai disiplin ini meningkatkan keberkesanan Pembelajaran Ontologi (*OL*) dengan memperbaiki keputusan tentang ketepatan, mengurangkan masa dan tenaga dalam pembangunan ontologi secara manual, dan membolehkan pembinaan ontologi dengan skala besar dalam pelbagai domain. Dalam konteks kajian al-Qur'an, sebagai contoh, gabungan corak linguistik dengan kaedah berasaskan AI menyokong pengekstrakan pengetahuan berstruktur daripada teks Arab klasik yang kompleks.

Kemajuan terkini, terutamanya melalui pembelajaran mendalam dan pendekatan berasaskan Model Bahasa Besar *Large Language Models (LLMs)*, telah mendorong penggunaan meluas Model Bahasa Besar LLMs dalam pelbagai domain, kerana keupayaannya untuk mengautomatiskan proses dan mempercepat pembinaan ontologi secara lebih efisien. Ia juga telah meningkatkan ketepatan dalam mengenal pasti komponen-komponen ini daripada korpus yang kompleks dan khusus domain (Norouzi et al., 2025). Model pembelajaran mesin, terutamanya pembelajaran mendalam (*deep learning*) dan algoritma pengelompokan (*clustering*), membantu mengenal pasti corak tersembunyi dan persamaan semantik dalam korpus berskala besar. Di samping itu, kaedah statistik digunakan untuk menganalisis kekerapan istilah, manakala pendekatan berasaskan logik digunakan untuk menjana aksiom dan peraturan formal (Du et al., 2024; Joachimiak et al., 2024).

Bagi pengekstrakan subkelas berasaskan hierarki konsep atau hubungan taksonomi, pendekatan bagi OL yang selalu digunakan adalah berdasarkan pengecaman corak leksiko-sintaksis. Ianya digunakan untuk pengekstrakan istilah atau sinonim istilah serta mengelompokan istilah kepada kelas yang mempunyai jenis sama (JBabaei Giglou et al., 2023).

Model Bahasa Besar (*LLMs*) seperti GPT-4.0 ialah model pembelajaran mendalam yang terkini, dilatih untuk korpus teks berskala besar bagi memahami dan menjana bahasa seperti manusia. GPT-4.0, yang dibangunkan oleh OpenAI, berasaskan seni bina transformer dan unggul dalam tugas seperti penjaan teks, pemeringkasan, penterjemahan, dan penaakulan (Baktash, J., 2023). LLMs telah menjadi alat yang berkuasa dalam OL kerana keupayaannya untuk memahami konteks, mengekstrak konsep, dan membuat inferens hubungan semantik daripada teks tidak berstruktur.

LLMs4OL ialah pendekatan terkini yang secara khusus menyesuaikan LLMs seperti GPT-4 untuk proses pengekstrakan OL seperti pengecaman konsep, pengekstrakan hubungan, dan penjaan taksonomi (JBabaei Giglou et

al., 2023). *LLMs4OL* digunakan untuk mengelaskan proses-proses Pembelajaran Ontologi OL kepada tiga fungsi teras: Penjenisan Istilah (*Term Typing*), Penemuan Taksonomi (*Taxonomy Discovery*), dan Pengekstrakan Hubungan Bukan Taksonomi (*Non-Taxonomic Relation Extraction*). Kajian mereka menunjukkan bahawa walaupun Model Bahasa Besar (LLMs) mampu melaksanakan pembelajaran ontologi dalam strategi *zero-shot*. Manakala penalaan semula (*fine-tuning*) adalah perlu untuk sesetengah proses pengekstrakan terutamanya bagi domain kompleks seperti perubatan atau makanan.

LLMs4Life memperluaskan rangka kerja NeOn-GPT untuk pembelajaran ontologi menggunakan LLMs dengan teknik kejuruteraan *prompt* lanjutan dan penggunaan semula ontologi bagi meningkatkan penaakulan khusus domain dan kedalaman struktur ontologi yang dijana. Kajian ini menilai keupayaan LLMs dalam pembelajaran ontologi dalam konteks domain yang sangat khusus dan kompleks seperti sains hayat. Untuk menilai konsistensi logik, kelengkapan, dan kebolehskalaan ontologi yang dijana, ianya menggunakan ontologi AquaDiva yang dibangunkan dan digunakan dalam pusat penyelidikan kolaboratif AquaDiva 1 sebagai kajian kes (Fathallah et al., 2024).

LLMs digunakan dibidang Al-Qur'an untuk mengukur prestasi penaakulan teks (textual reasoning) berbanding model bahasa ekstraktif dalam menjawab soalan agama (QA) dengan konteks yang diberikan. Kaedah ini mencadangkan set data baharu bagi mengatasi kekangan sumber, khususnya dalam bahasa Indonesia dan penggunaan Sirah Nabawiyah sebagai sumber maklumat (Rizqullah et al., 2023).

Satu kajian mencadangkan satu rangka kerja menyeluruh untuk menganalisis data teks berskala besar menggunakan terjemahan Bahasa Inggeris al-Quran (Shahid et al., 2025). Pada peringkat awal, ia menjalankan analisis deskriptif terhadap ayat-ayat bagi mengenal pasti pelbagai ciri, termasuk kebolehbacaan, *word clouds*, n-gram yang signifikan, dan graf rangkaian yang menggambarkan hubungan antara perkataan. Seterusnya, rangka kerja ini menggunakan teknik pembelajaran mesin, khususnya model pengelompokan berdasarkan vektor berangka daripada *text-embedding-3-large*, untuk mengenal pasti pengelompokan ayat yang berkesan. Selain itu, GPT-4-turbo digunakan bagi pemodelan topik dalam setiap kelompok melalui kejuruteraan *prompt*, dengan matlamat untuk meningkatkan pemahaman terhadap kelompok tersebut. Hasil kajian merupakan suatu graf maklumat bersifat statistik dan ringkasan pengetahuan yang padat dan bermanfaat kepada pakar bidang serta masyarakat umum.

Penerokaan penggunaan model bahasa besar (LLM) untuk carian semantik teks al-Quran telah dilakukan bagi mengatasi cabaran kepada kaedah carian berasaskan kata kunci tradisional (Alqarni, 2024). Kajian ini menyiasat pendekatan carian semantik menggunakan pemetaan (*embedding*) model bahasa besar dan menilai prestasi pemetaan LLM berbanding kaedah carian berasaskan pemetaan asas, menggunakan set pertanyaan yang mewakili pelbagai tahap carian semantic. Kajian ini menilai keberkesanan LLMs untuk carian semantik teks al-Quran, dengan penemuan utama menunjukkan bahawa LLMs *embedding* berkesan merentasi pelbagai tahap kerumitan semantik. Namun, AraT5 mengatasi LLMs dalam carian semantik tahap rendah, mencadangkan potensi untuk penalaan yang lebih jelas terhadap LLMs bagi teks berbahasa Arab.

Satu kajian tentang menangani jurang penyelidikan yang ketara dalam bidang soal jawab Al-Quran telah dilaksanakan. Kajian ini memperkenalkan pendekatan baharu menggunakan Model Bahasa Besar (LLM) seperti GPT-4, Bart dan LLAMA bagi menangani kelemahan kaedah sedia ada dalam soal jawab Al-Quran (Saadaoui et al., 2024). Sistem yang dicadangkan menunjukkan prestasi memberangsangkan, dengan kaedah *chain of thought* bersama Bart mencapai skor F1 setinggi 95%, sekaligus membuktikan potensi integrasi LLM dalam meningkatkan ketepatan dan kefahaman jawapan terhadap pertanyaan al-Quran.

Bagi menggunakan LLMs dengan efisien, terdapat beberapa strategi yang boleh digunakan. Strategi *prompt* ini memainkan peranan penting dalam membimbing LLMs seperti GPT-4 semasa melaksanakan proses-proses dalam OL. Kaedah *prompt* yang biasa digunakan termasuk zero-shot, few-shot, dan Chain of Thought (CoT) (Chen, Li & Ma, 2025; Wei et al., 2022).

- Zero-shot *prompting* melibatkan pemberian tugas secara terus tanpa contoh. Ia sesuai untuk tugas mudah dan jelas, tetapi mungkin kurang berkesan untuk penaakulan kompleks atau pengekstrakan khusus domain
- Few-shot *prompting* meningkatkan prestasi dengan memberikan beberapa contoh dalam *prompt*, membantu model menjana jawapan yang lebih umum dan tepat dalam tugas serupa.
- Chain of Thought (CoT) *prompting* pula meningkatkan keupayaan penaakulan dengan menggalakkan model menjana langkah-langkah perantaraan, sekali gus meningkatkan ketepatan dalam tugas seperti pengekstrakan hubungan dan penjanaan hierarki konsep.

Teknik-teknik *prompting* ini membolehkan LLMs dapat disesuaikan

mengikut proses-proses yang ada didalam OL, menjadikannya sangat sesuai untuk teks kompleks seperti Al-Qur'an.

Walaupun Model Bahasa Besar (LLMs) telah digunakan secara meluas dalam pelbagai domain seperti penjagaan kesihatan, perundangan, dan penyelidikan saintifik, penerapannya dalam domain teks Islam khususnya al-Quran, masih kurang diterokai. Beberapa kajian terkini telah mula meneliti penggunaan LLMs untuk soal jawab al-Quran, carian semantik, dan pemodelan topik, namun usaha-usaha ini masih terhad dari segi skop. Selain itu, kebanyakan pendekatan berasaskan LLMs masih belum meneroka OL terutama pengekstrakan hubungan taksonomi. Ianya penting bagi meningkatkan pengekstrakan subkelas suatu domain. Jurang ini menunjukkan peluang penyelidikan yang besar untuk meneroka dan mengoptimumkan penggunaan LLMs dalam teks al-Quran.

3. METODOLOGI

Bahagian ini menghuraikan kaedah yang dijalankan bagi menilai pengekstrakan hubungan taksonomi (*is-a/subkelas*) terhadap teks Al-Qur'an terjemahan Bahasa Inggeris. Bagi kajian kes ini, teks terjemahan tersebut merujuk kepada ayat-ayat al-Qur'an yang berada dalam domain Haji dan Umrah. Sebanyak 53 ayat dipilih merangkumi pelbagai topik, termasuk: (1) Perjalanan dari Arafah, (2) Umrah, (3) Kewajipan Haji dan Akhlakunya, (4) Kemuliaan Kaabah, (5) Kemuliaan Kota Makkah, (6) Rukun-rukun Ibadah, dan (7) Penyembelihan Haiwan Korban. Ayat-ayat ini dipilih kerana ianya mewakili domain Haji dan Umrah yang disebut di dalam Al-Qur'an index Mushaf Tajwid. Selain ayat-ayat ini, piawaian rujukan ontologi juga digunakan untuk menilai pengekstrakan yang dijalankan. Piawaian ini merupakan ontologi yang telah disahkan oleh lima orang pakar bidang.

Eksperimen ini menggunakan Model Bahasa Besar (LLMs) melalui platform GPT-4.0. Ianya menggunakan *prompt* dengan pendekatan *Chain of Thought (CoT)* bagi tujuan pengekstrakan hubungan taksonomi. Bagi memastikan analisis dan tokenisasi yang tepat oleh LLMs ini, teks Al-Qur'an telah menjalani pra-pemprosesan terlebih dahulu secara keseluruhannya. Pra-pemprosesan ini melibatkan penyeragaman transliterasi, di mana teks yang mengandungi istilah asal dalam bahasa Arab dibuang tanda kutipnya bagi menghasilkan perwakilan teks yang lebih seragam, contohnya tanda kutip dalam perkataan *Ka'bah* ditukar menjadi *KaBah*, *'Umrah* menjadi *Umrah*, dan *I'tikaf* menjadi *Itikaf*. Selain itu, kata nama khas yang mempunyai tanda sempang seperti *As-Safa* dan *Al-Marwah* digantikan dengan bentuk gabungan *AsSafa* dan *AlMarwah* bagi mengelakkan suatu perkataan dipisahkan menjadi dua perkataan

sekaligus menjadikan pemisahan token ini tidak tepat. Langkah ini penting bagi mengekalkan maksud suatu perkataan khususnya domain yang penting untuk pengekstrakan elemen-elemen ontologi dengan tepat.

Korpus teks yang telah dipra-proses dimasukkan ke dalam GPT-4.0 bagi mengekstrak hubungan taksonomi (*is-a*) daripada ayat-ayat tersebut. Proses pengekstrakan dipandu oleh *prompt* yang direka khas berasaskan metodologi *Chain of Thought (CoT)*, yang menggalakkan penaakulan secara berperingkat. *Prompt* tersebut merangkumi senarai kelas utama ontologi berkaitan Haji dan Umrah (contohnya, “*Rites of Hajj*,” “*Location*,” “*Living Creation*”). Disertakan juga didalam *Prompt* tersebut definisi bagi bagi kelas, subkelas atau hubungan taksonomi, individu dan arahan tugas. Model diarahkan untuk mengenal pasti elemen-elemen ontologi berkaitan dalam teks berkenaan seperti mengelasi individu dalam kelas yang sesuai menggunakan hubungan taksonomi *is-a*. Dengan menggunakan *prompt* yang sama terhadap teks yang berbeza mengikut tema, eksperimen dapat mengenalpasti taksonomi hubungan bagi setiap tema berkaitan dengan ibadah Haji secara menyeluruh. Output akhir disusun dalam format jadual untuk mewakili elemen-elemen ontologi yang telah diekstrak. Jadual 1 berikut menunjukkan strategi yang digunakan didalam *prompt*.

Jadual 1
Komponen dan penerangan

Komponen	Penerangan
Jenis Tugas	Pengekstrakan dan Pengkategorian Maklumat Berasaskan Ontologi daripada teks al-Qur'an
Objektif	Mengekstrak objek individu daripada ayat-ayat al-Qur'an berdasarkan kelas utama ontologi yang telah ditetapkan, dan mengelaskannya ke dalam subkelas
Proses COT	Penaakulan deduktif langkah demi langkah: 1. Memahami definisi komponen ontologi 2. Membaca ayat-ayat 3. Mengenal pasti entiti 4. Mengkategorikan entiti sebagai <i>instance</i> di bawah kelas dan subkelas yang sesuai 5. Menjadualkan output
Inputs	1. Ayat-ayat al-Qur'an (Korpus Teks) 2. Kelas Ontologi 3. Definisi Konsep, <i>Instance</i> , dan Subkelas 4. Contoh Format Output

Jangkaan Output	Menghasilkan jadual ontologi dengan format 3 lajur: Kelas, Subkelas, <i>Instance</i>
Keperluan Penaakulan	1. Pemahaman semantik terhadap konsep-konsep al-Qur'an 2. Pemetaan teks sebenar kepada konsep abstrak dalam ontologi 3. Pengelasan secara kategori

Berdasarkan strategi yang telah dibincangkan, Gambarajah 3.1 berikut menunjukkan *prompt* yang telah dihasilkan bagi mewakili komponen dalam proses *Chain of Thought (CoT)*.

Gambarajah 3.1
Prompt yang digunakan

```
> **Task**:
> Read and analyze the following Quranic verses related to the topic of
<<the Duty of Hajj and its Morals>> in the Hajj and Umrah category. Based
on the provided **upper-level ontology classes (concepts)**, identify the
relevant **instances** in the verses. Organize the relevant **instances**
into appropriate **sub-classes**.

1. **Concepts**: represent entities or categories. These form the
**classes** of the ontology.

2. **Instances**: represent specific examples or members of the given
concepts. These represent the **individuals** of the ontology.

3. **Sub-Class**: represent Taxonomic Relations. Taxonomies primarily
organize concepts in a hierarchical structure, where each concept is a
subclass of a broader concept.

> **Instructions**:

1. Use the list of **upper-level concepts** as the root **classes** of the
ontology with its definition.

2. From the verses, identify specific **instances** that belong to each
class.

3. Organize the identified instances into appropriate **sub-classes**,
using the "is-a" (subclass-of) relationship. Each sub-class should reflect
a meaningful category within the main concept based on its role or meaning
in the Hajj and Umrah context.

4. Present the output as a **summary table** with the following columns:

    * **Class**
    * **Sub-Class**
    * **Instance**

> **Upper-Level Concepts (Ontology Classes)**:
* Non-Ritual Activities During Hajj
* Allah
* Calendar and Timing
* Dam
* Event
* Hajj and Umrah
* Ihram
* Living Creation
* Location
* Pronoun
* Rites of Hajj
* Verse

> **Text to Analyze**:
<< >>
```

Bagi menilai ketepatan dan keberkesanan hubungan taksonomi yang diekstrak, dua metrik penilaian utama digunakan iaitu ketepatan (precision) dan kepekaan (recall). Ketepatan mengukur peratusan hubungan taksonomi yang dikenal pasti dengan betul daripada jumlah keseluruhan hubungan yang dijana, manakala kepekaan menilai peratusan hubungan yang betul yang berjaya diekstrak daripada semua hubungan yang terdapat dalam piawaian rujukan yang telah disusun secara manual.

Piawaian rujukan yang digunakan untuk menilai prestasi pengekstrakan taksonomi adalah berdasarkan ontologi Haji yang telah dibangunkan dan disahkan oleh pakar sebelum ini. Ontologi ini mengandungi dua belas kelas utama yang mewakili konsep utama berkaitan Haji dan Umrah. Dua belas kelas tersebut adalah: *Aktiviti Bukan Ritual Semasa Haji, Allah, Kalendar dan Masa, Dam, Peristiwa, Haji dan Umrah, Ihram, Makhluk Hidup, Lokasi, Kata Ganti Nama, Rukun Haji, dan Ayat*.

Kategori ini berfungsi sebagai rujukan hubungan taksonomi yang digunakan untuk membandingkan output yang dijana oleh GPT-4.0. Perbandingan ini membolehkan model mengenal pasti hubungan taksonomi dalam kelas utama sertakan mengelaskan individu dalam subkelas tersebut.

Penilaian dibuat berdasarkan kepada empat kategori penilaian yang biasa digunakan untuk mengukur prestasi pengekstrakan. Penilaian ini adalah;

- *True Positives (TP)* yang merujuk kepada jawapan yang betul, iaitu apabila GPT-4.0 berjaya mengenal pasti dan mengelaskan objek individu serta hubungan taksonomi yang sepadan dengan tepat.
- *True Negatives (TN)* melibatkan kes di mana GPT-4.0 secara dasarnya tidak menghasilkan sebarang jawapan, dengan memulangkan output “tiada” apabila maklumat berkaitan benar-benar tiada dalam ayat al-Qur’an.
- *False Positives (FP)* merujuk kepada keadaan di mana model cuba memberikan jawapan, tetapi hubungan taksonomi yang diberikan adalah salah atau tidak sejajar dengan *piawaian rujukan*.
- *False Negatives (FN)* pula merujuk kepada output yang tidak diperolehi iaitu apabila maklumat yang betul terdapat dalam teks tetapi GPT-4.0 gagal mengekstrak atau mengklasifikasikannya dengan betul.

Bagi memastikan kebolehpercayaan dalam proses pengekstrakan, *prompt* yang sama telah dilarikankan sebanyak tiga kali dan dibandingkan dengan output yang telah dijana sebelum ini dalam suatu tempoh masa. Model Bahasa Besar (*LLMs*) secara semula jadi bersifat stokastik, yang bermaksud walaupun dengan arahan

dan input yang sama, output yang didapati boleh berbeza bagi setiap larian. Melaksanakan beberapa kali larian membolehkan output dibandingkan dari segi konsistensi, mengurangkan pengaruh ralat rawak, serta memberikan penilaian yang lebih tepat terhadap kestabilan sistem.

Selain itu, pengulangan proses ini meningkatkan kebarangkalian untuk mengekstrak subkelas atau individu yang mungkin terlepas dalam satu larian sahaja, sekali gus memperbaiki keputusan.

4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

GPT-4.0 merupakan sebuah platform terkini yang berasakan pelaksanaan Model Bahasa Besar (*LLMs*). Ianya direkabentuk menggunakan *prompt* yang berasakan strategi COT bagi pengekstrakan hubungan taksonomi didalam teks Al-Qur'an. Output yang dihasilkan adalah subkelas kepada kelas utama yang telah ditentukan. Gambarajah 4.1 dibawah menunjukkan output kepada larian *prompt* yang dijalankan dimana ianya dihasilkan di dalam format jadual untuk kategori kelas, subkelas dan individual topik yang berkaitan.

Gambarajah 4.1
Output Larian Prompt

Ontology Extraction Table (Duty of Hajj and its Morals)		
Class	Sub-Class	Instance
Location	Mountains	As-Safa, Al-Marwah
	Sacred House	The House (Ka'bah), AlMasjid-alHaram, Ancient House, Maqam of Ibrahim
	Sacred Places	Arafat, Mashar-il-Haram, Muzdalifah, Mina
	City	Bakkah (Makkah), Mother of Towns (Makkah), Secure Sanctuary
Rites of Hajj	Tawaf	Tawaf (going between As-Safa and Al-Marwah, circumambulation of Ka'bah)
	Ihram	Assumption of Ihram, Completion of Ihram
	Sacrificial Rites	Slaughtering of Hady, Sacrifice of Budn (cows, camels, oxen)
	Other Rituals	Ramy of Jamarat (stoning), Standing at Arafat, Manasik (prescribed duties)
Hajj and Umrah	Types of Hajj	Hajjat-Tamattu, Al-Qiran
	Obligatory Duty	Hajj (pilgrimage to the House), Umrah

Subkelas ini dihubungkan dengan hubungan taksonomi *is-a* yang kemudiannya dinilai dan diklasifikasikan berdasarkan kepada empat kategori keputusan iaitu; *True Positives (TP)*, *True Negatives (TN)*, *False Positives (FP)*, *False Negatives (FN)*. Jadual 4 berikut menunjukkan keputusan bagi hubungan taksonomi yang

telah diekstrak oleh platform GPT-4.0.

Jadual 4
Keputusan Pengektrakan Subkelas Bagi Hubungan Taksonomi di dalam Teks Al-Qur'an

Main class	TP	FP	FN	P	R
Location	4	1	3	0.8	0.57
Living Creation	2	1	3	0.66	0.4
Dam	0	4	0	0	0
Event	0	15	0	0	0
Rites of Hajj	0	6	0	0	0
Hajj and Umrah	2	2	3	0.5	0.4
Calendar and Timing	0	5	1	0	0
Non-Ritual Activities During Hajj	0	5	0	0	0
Ihram	0	7	0	0	0
Pronoun	0	1	0	0	0
Allah	0	5	0	0	0
Verse	0	1	0	0	0

Prestasi LLMs dalam pengekstrakan subkelas bagi hubungan taksonomi berdasarkan kelas utama dalam ontologi Haji telah dinilai. Hasil penilaian menunjukkan tahap ketepatan (P) berbeza-beza mengikut kategori kelas utama itu. Sebagai contoh, hasil pengektrakan subkelas hubungan taksonomi daripada kelas utama *Location* adalah *Ritual Landmark*, *Sacred Place*, *City*, *Ritual Site*, dan *General Region*, manakala *piawaian rujukan* mengandungi *afterlife location*, *construction*, *city*, *mountain*, dan *ritual places*. Apabila dibandingkan dengan *piawaian rujukan*, LLMs berjaya mengenal pasti 4 subkelas yang betul (*True Positives*), iaitu *Ritual Landmark*, *Sacred Place*, *City*, dan *Ritual Site*. Subkelas *Ritual Landmark*, *Sacred Place*, dan *Ritual Site* boleh dipetakan kepada *ritual places* dalam *piawaian rujukan*, manakala *City* dipetakan kepada *city*. Bagi kelas *Location* ini, nilai (P) adalah tertinggi dengan nilai 0.8. Ini membuktikan bahawa LLMs menunjukkan prestasi yang baik dalam mengenal pasti subkelas yang relevan untuk kelas *Location*, walaupun masih terdapat sedikit kesilapan. Justeru itu, nilai P yang tinggi ini mencerminkan ketepatan P bagi LLMs dalam mengekstrakan subkelas yang selari dengan struktur ontologi yang ditetapkan.

Kelas-kelas lain seperti *Living Creation*, dan *Hajj and Umrah*, LLMs mencatatkan prestasi sederhana dengan nilai P, 0.5 dan R, 0.4. Ini menunjukkan

LLMs berjaya mengenal pasti beberapa subkelas tetapi masih menghasilkan *false positive* dan tidak memprolehi beberapa subkelas yang sepatutnya ada. Manakala kelas *Allah*, *Dam*, *Event*, *Ihram*, *Non-Ritual Activities During Hajj*, *Pronoun*, *Rites of Hajj*, dan *Verse* tidak mengandungi sebarang subkelas atau hubungan taksonomi (*is-a*) dalam *piawaian rujukan*. Oleh itu, sepatutnya tiada pengekstrakan subkelas yang dijangkakan berlaku bagi kategori-kategori ini. Dengan itu, nilai kepekaan R secara konservatif ditetapkan kepada 0 bagi mencerminkan ketiadaan subkelas yang berjaya diekstrak dengan betul. Walau bagaimanapun, pengekstrakan terhadap kelas-kelas yang mempunyai nilai kepekaan 0 ini, telah menghasilkan sejumlah 39 cadangan. Kelas *Dam*, *Event*, dan *Rites of Hajj* menunjukkan jumlah False Positives yang tinggi masing-masing sebanyak 4, 15, dan 6. Keputusan ini boleh disimpulkan bahawa, LLMs berjaya mengekstrakan subkelas tetapi berlebihan menghasilkan subkelas berbanding dengan *piawaian rujukan*. Ini merupakan kelemahan LLMs dalam pengekstrakan dengan kecenderungannya untuk menganggap subkelas yang terhasil adalah subkelas. Sedangkan, beberapa subkelas yang dijana oleh sistem sebenarnya boleh diklasifikasikan sebagai objek individu dalam *piawaian rujukan* dan bukannya sebagai subkelas.

Sebagai contoh, di bawah kelas *Allah*, istilah seperti *Divine Attribute* dan *Divine Command* telah diekstrak oleh sistem sebagai subkelas. Namun dalam *piawaian rujukan*, konsep-konsep ini dianggap sebagai objek individu yang berkaitan dengan *Allah*, bukannya subkelas yang mengandungi hubungan taksonomi. Kesalahan klasifikasi ini menunjukkan kecenderungan model untuk menggeneralisasikan secara berlebihan atau menaikkan konsep pada tahap objek kepada subkelas hubungan taksonomi, yang boleh menyebabkan peningkatan bilangan *false positive* dan pengurangan keselarasan dengan struktur ontologi yang telah ditetapkan.

Ini merupakan halusinasi yang ada didalam LLMs. Kelemahan ini mungkin kerana ketiadaan pemahaman konteks domain dan struktur ontologi yang jelas menyebabkan penjaan tersebut menjadi tidak tepat dan terlalu meluas. Ianyanya juga selaras dengan dapatan sebelum ini, yang mengatakan kaedah *prompt* pada peringkat ayat boleh menghasilkan lebih banyak individu dan sifat yang betul sedangkan penilaian kuantitatifnya menunjukkan lebih banyak halusinasi berlaku dan yang tidak tepat (Bakker et al., 2024).

Setelah suatu selang masa, *prompt* yang sama telah dilarikan sebanyak tiga kali dan perbandingan telah dibuat. Perbandingan ini adalah berasaskan kepada bilangan pengekstrakan subkelas, perubahan dalam pengekstrakan

subkelas dan individu serta prestasi sistem pengestrakan yang berlaku. Gambarajah 4.2 menunjukkan contoh pengestrakan yang berlaku.

Gambarajah 4.2

Perbandingan Larian Prompt

class-subclasses run in first time			class-subclasses run after a period of time(3 months after)								
Class	Sub-Class	Instance	Class	Sub-Class	Instance	Class	Sub-Class	Instance	Class	Sub-Class	Instance
Location	Ritual Landmark	AsSafa, AlMarwah	Location	Sacred Sites	Arafat, Muzdalifah, Mina	Location	Sacred Sites	Arafat, Muzdalifah, Mina	Location	Sacred Sites	Arafat, Muzdalifah, Mina
	Sacred Place	The House (Ka'bah), AlMasjid-		Location	Symbolic Sites		As-Safa, Al-Marwah	Location		Symbolic Sites	As-Safa, Al-Marwah
	City	Makkah			Location		Sacred House			The House (Ka'bah), Al-Masjid al-Harām	Location
Living Creation	Animal	Sheep, Cow, Camel	Living Creation			Sacrificial Animals	Hady (sheep, cow, camel), Beast of cattle		Living Creation	Sacrificial Animals	

Dari segi bilangan pengekstrakan subkelas, larian pertama menghasilkan kira-kira 25 subkelas, yang merangkumi pelbagai subkelas. Ianya mencerminkan taksonomi yang lebih banyak diekstrakan, walaupun ada beberapa pertindihan. Selepas suatu tempoh masa iaitu tiga bulan, tiga larian terhadap *prompt* yang sama telah melihatkan pengekstrakan sistem secara konsisten menurun kepada sekitar 21 atau 22 subkelas. Keputusan ini menunjukkan satu proses penyatuan, di mana taksonomi menjadi lebih ringkas dan stabil dari semasa ke semasa. Secara keseluruhan, terdapat pengurangan kira-kira 3 hingga 4 subkelas, yang menunjukkan peralihan daripada semantik yang luas kepada konsistensi struktur yang lebih kukuh.

Perubahan juga dapat dilihat dengan jelas dalam proses pengekstrakan subkelas dan individual atau objek, antara larian pertama dan larian berikutnya. Dalam kategori **Location**, larian pertama dapat mengenal pasti subkelas yang lebih terperinci seperti *Ritual Landmark (As-Safa, Al-Marwah)* dan *Sacred Place (Ka'bah, Al-Masjid al-Haram)*. Sebaliknya, larian berikutnya menyatukan kategori ini ke dalam kategori yang lebih umum, iaitu *Symbolic Sites* dan *Sacred House*. Walaupun individu atau objek yang khusus kekal stabil, subkelas ini telah dikumpulkan di bawah istilah yang lebih umum bagi memudahkan struktur kategori.

Bagi kategori **Living Creation**, larian pertama *prompt* dapat mengekstrak haiwan seperti *sheep*, *cow*, dan *camel* di bawah subkelas *Animal*. Larian berikutnya

memperincikan lagi kategori ini dengan menamakannya secara konsisten sebagai *Sacrificial Animals*. Penyesuaian ini tidak mengubah individu tau objek, tetapi memberikan definisi subkelas yang lebih jelas dan khusus, sekali gus meningkatkan ketepatan taksonomi. Begitu juga dalam kategori **Dam**, larian pertama mengekstrak *Fidyah* dengan contoh seperti *Saum*, *Sadaqah*, dan *Sacrifice*. Larian berikutnya menyusunnya semula ke dalam bentuk *Types of Penalty* atau *Expiation Forms*. Walaupun kandungan individu kekal sama, strukturnya menjadi lebih teratur.

Kategori **Calendar and Timing** menunjukkan kestabilan yang kukuh merentasi beberapa larian. Larian pertama mengekstrak *Ritual Period* yang diwakili oleh *Months of Hajj*, dan larian berikutnya secara konsisten mengekalkan klasifikasi ini sebagai *Ritual Period / Months of Hajj*. Hal ini membuktikan kebolehpercayaan dalam mengekstrak subkelas berkaitan kalendar. Tahap konsistensi yang sama diperhatikan dalam kategori **Rites of Hajj**. Pada awal larian pertama, ianya dapat mengenal pasti entiti khas seperti *Tawaf*, *Sa'i*, dan *Shaving*. Larian berikutnya meluaskan lagi kategori kepada dua kategori: *Ritual Actions* dan *Condition of Rites*, dengan syarat seperti “*not shaving until sacrifice*.” Walaupun penyusunan semula ini sedikit lebih ringkas atau mudah, ia masih berjaya mengekstrak proses ritual dengan berkesan.

Bagi **Haji and Umrah**, larian pertama mengekstrak *Type of Pilgrimage* (Haji, Umrah) dan *Type of Hajj* (Tamattu', Qiran). . Larian berikutnya mengekalkan subkelas ini tetapi menyusunnya semula dengan lebih sistematik kepada *Types of Umrah with Hajj* dan *Types of Hajj*. Ini menggambarkan kestabilan dengan penjajaran yang lebih baik kepada klasifikasi ritual. Namun begitu, **Ihram** mengalami sedikit kelemahan dimana ianya kehilangan makna semantik yang ketara. Larian pertama mengekstrak subkelas terperinci seperti *Clothing Requirement*, *Spiritual Intention (Niyyah)*, dan *Restriction*. Larian berikutnya, bagaimanapun, hanya mengekalkan *Larangan*, seperti larangan bercukur sehingga selesai korban, yang mengakibatkan kehilangan kedua-dua subkelas *Clothing Requirement* dan *Niyyah*.

Penurunan yang lebih ketara dilihat dalam kategori **Non-Ritual Activities**. Dalam larian pertama, sistem mengenal pasti *Good Deed*, seperti melakukan kebajikan secara sukarela. Dalam larian berikutnya, kategori ini hilang sepenuhnya. Sebaliknya, kategori **Allah** menunjukkan kestabilan tetapi dengan sedikit ringkas. Pada larian pertama, ia dapat mengekstrak *Allah's Attribute (All-Knower, All-Recognizer)*, manakala larian berikutnya mengekalkan sifat ini tetapi meringkaskannya kepada *All-Knower, Severe in Punishment*. Output ini

menunjukkan konsistensi subkelas sedikit menurun. Akhir sekali, kategori **Pronoun** dan **Verse** kekal sangat stabil. Larian pertama mengekstrak *Personal Pronouns* seperti *you* dan *whosoever* bersama rujukan ayat seperti 2:158 dan 2:196. Ini kekal konsisten dalam larian berikutnya, menunjukkan kebolehpercayaan yang tinggi dalam mengekstrak kategori asas ini.

Keputusan perbandingan ini menunjukkan corak yang berbeza samaada memperincikan atau meringkaskan subkelas-subkelas dalam setiap kelas. Walaupun kestabilan meningkat pada kebanyakan kelas, khususnya dalam kategori seperti *Living Creation, Dam, Calendar, Hajj and Umrah, Pronouns, and Verses*, sesetengah subkelas seperti *Ihram and Non-Ritual Activities* mengalami kehilangan subkelasnya. Ini kerana taksonomi yang dihasilkan cenderung bertindih, mewujudkan keadaan bertindih makna semantik di mana konsep yang serupa diwakili berulang kali di bawah tajuk subkelas yang berbeza. Pertukaran ini menggambarkan sistem menukar subkelas daripada struktur yang lebih banyak dan terperinci serta bertindih dalam larian pertama kepada struktur taksonomi yang lebih sedikit. Ianya dilihat lebih konsisten dalam larian berikutnya, menunjukkan pengulangan yang boleh dicapai serta kestabilan sistem yang lebih kukuh.

Secara keseluruhan, prestasi pengekstrakan subkelas atau taksonomi hubungan *is-A* telah dilaksanakan oleh LLMs yang dikuasai oleh GPT4-0. LLMs telah menunjukkan keupayaan untuk mengekstrak subkelas hubungan taksonomi dengan berkesan bagi beberapa kelas tertentu, terutamanya *Location*, yang mencatatkan ketepatan tertinggi. Walaupun GPT-4.0 yang berasaskan LLMs agak baik dalam mengenal pasti subkelas, ia masih kekurangan dalam proses pengekstrakan subkelas terutama apabila tanpa diberikan panduan pemahaman konteks domain yang jelas serta struktur ontologi yang lebih terperinci, prestasinya adalah sederhana. Walaubagaimanapun, model ini menunjukkan potensi dalam mencadangkan subkelas-subkelas baharu yang belum dinyatakan dalam anotasi sedia ada.

5. KESIMPULAN

Kesimpulannya, walaupun terdapat beberapa kelemahan seperti penjanaan subkelas yang berlebihan dan terperinci (overgeneration) dan kesilapan dalam menyelaraskan subkelas dengan *piawaian rujukan*, penggunaan LLMs masih menunjukkan potensi yang memberangsangkan dalam pengekstrakan subkelas hubungan taksonomi daripada teks al-Qur'an. Ini dapat dilihat melalui kejayaan LLMs dalam mengenal pasti beberapa subkelas yang betul (True Positives) bagi

kelas-kelas tertentu seperti *Location*, *Living Creation*, dan *Hajj and Umrah*. Tambahan pula, kemampuan LLMs untuk mencadangkan subkelas hubungan taksonomi menunjukkan bahawa model ini memiliki kefahaman asas terhadap hubungan semantik antara konsep-konsep utama dalam teks al-Qur'an. Walaupun model masih memerlukan pemahaman yang lebih jelas terhadap suatu domain untuk meningkatkan ketepatan dan keselarasan ontologi, pencapaian awal ini membuktikan bahawa LLMs boleh menjadi model sokongan yang berguna dalam usaha pembinaan dan pengembangan ontologi berasaskan al-Qur'an secara automatik. Maka, hasil kajian ini memberikan asas kukuh untuk penyelidikan selanjut dalam pembelajaran ontologi berasaskan model bahasa besar (LLMs).

PENGHARGAAN

Kajian ini telah menerima pembiayaan daripada Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (MOHE) melalui skim geran dengan kod rujukan projek: UNISZA/2024/COE/01. Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih dirakamkan kepada Pusat Pengurusan Kecemerlangan dan Inkubator Penyelidikan (CREIM), Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA).

RUJUKAN

- Ahmed, R. I., Sayed, M. H., & Wahbi, T. M. (2022). Quran Ontology: Review on Recent Research Issues. *Researchgate.Net*, 11(12), 189–197. <https://doi.org/10.21275/SR221201170653>
- Alqarni, M. (2024). Embedding Search for Quranic Texts based on Large Language Models. *The International Arab Journal of Information Technology*, 21(2), 243–256. <https://doi.org/10.34028/iajit/21/2/7>
- Asgarnezhad, R. (2023). A Practical Framework for the Semantic Web Ontology Learning. *KEPES, September*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7936583>
- Asmaa Bengueddach. (2025). Multi-Dimensional NLP Analysis of the Quran : Structure , Semantics , and Emotion across Qirā'āt. *QURANICA, International Journal of Quranic Research*, 17(June), 32–52.
- Awan, M. A., & Ismail, T. (2025). Enhancing Quranic Ethics and Morality: An NLP-Based Semantic Search Model for Urdu Translation. *Article in International Journal of Innovations in Science and Technology*, March. <https://www.researchgate.net/publication/390749653>
- Bakker, R. M., Di Scala, D. L., & De Boer, M. H. T. (2024). Ontology Learning from Text: an Analysis on LLM Performance. *CEUR Workshop Proceedings*, 3874, 70–87.

- Baktash, J., & D. (2023). A Review on Advancements and Opportunities in Natural Language Processing. *ArXiv, Abs/2305.03195*.
- 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. In *Artificial Intelligence Review* (Vol. 56, Issue 7). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10313-2>
- Buitelaar, P., Cimiano, P., & Magnini, B. (2005). Ontology Learning from Text. *International Journal of Signs and Semiotic Systems*. <https://doi.org/10.4018/ijsss.2015070101>
- Chen, Li, & Ma, B. (2025). A Framework for Constructing Concept Maps from E-Books Using Large Language Models: Challenges and Future. *Joint Proceedings of LAK 2025 Workshops, March*.
- Chen, J., Mashkova, O., Zhapa-Camacho, F., Hoehndorf, R., He, Y., & Horrocks, I. (2024). *Ontology Embedding: A Survey of Methods, Applications and Resources*. 1–20. <http://arxiv.org/abs/2406.10964>
- Du, R., An, H., Wang, K., & Liu, W. (2024). A Short Review for Ontology Learning from Text: Stride from Shallow Learning, Deep Learning to Large Language Models Trend. *ArXiv Preprint ArXiv:2404.14991 (2024)*. <http://arxiv.org/abs/2404.14991>
- Dukes, K. (2023). *Ontology of Quran concepts*. <http://corpus.quran.com/ontology.jsp>
- Fathallah, N., Staab, S., & Algergawy, A. (2024). LLMs4Life: Large Language Models for Ontology Learning in Life Sciences. *CEUR Workshop Proceedings, 3967(Ekaw)*, 0–1.
- Ghidalia, S., Narsis, O. L., Bertaux, A., & Nicolle, C. (2024). Combining Machine Learning and Ontology: A Systematic Literature Review. *ArXiv Preprint ArXiv:2401.07744 (2024)*. <http://arxiv.org/abs/2401.07744>
- Ismail, R., Markhtar, M., Hasan, H., Mamat, A. R., & Patria, L. (2026). Ontology Model for Hajj using Ontology Development 101 Methodology. *Journal of Andanced Research Design, 1*(1), 241–256.
- JBabaei Giglou, H., D'Souza, J., & Auer, S. (2023). LLMs4OL: Large Language Models for Ontology Learning First. *Springer*, 7–10.
- Joachimiak, M. P., Miller, M. A., Caufield, J. H., Ly, R., Harris, N. L., Tritt, A., Mungall, C. J., & Bouchard, K. E. (2024). The Artificial Intelligence Ontology: LLM-Assisted Construction of AI Concept Hierarchies. *Applied Ontology, 19*(4), 408–418. <https://doi.org/10.1177/15705838241304103>
- Mai, H. T., Chu, C. X., & Paulheim, H. (2024). Do LLMs Really Adapt to Domains? An Ontology Learning Perspective. *ArXiv Preprint*

- ArXiv:2407.19998*, 1–19. <http://arxiv.org/abs/2407.19998>
- Mirarab, A., Amiri, F. S. T., Dehghanisanij, S., & HosseinKhalili, N. (2023). Development of Qur’anic Ontologies: A Domain Review Study. *International Journal of Information Science and Management*, 21(3), 229–241.
- Mirarab, A., Sadat Tabatabai Amiri, F., & Dehghanisanij, S. (2023). Quranic Ontologies: A Scoping Review of the Applications. *Library and Information Sciences*, 26(1). https://lis.aqr-libjournal.ir/article_166718.html%0Ahttps://lis.aqr-libjournal.ir/article_166718_ffe55a4d0814fd30bd2254e145cbe5ec.pdf
- Mosca, R., De Santo, M., & Gaeta, R. (2023). Ontology learning from relational database: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(12), 16841–16851. <https://doi.org/10.1007/s12652-023-04693-8>
- Norouzi, S. S., Barua, A., Christou, A., Gautam, N., Eells, A., Hitzler, P., & Shimizu, C. (2025). Ontology Population Using LLMs. *ArXiv Preprint ArXiv:2411.01612*. <https://doi.org/10.3233/faia250217>
- Phi, V. T., Teranishi, H., Matsumoto, Y., Oka, H., & Ishii, M. (2024). PolyNERE: A Novel Ontology and Corpus for Named Entity Recognition and Relation Extraction in Polymer Science Domain. *2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation, LREC-COLING 2024 - Main Conference Proceedings*, 12856–12866.
- Rizqullah, M. R., Purwarianti, A., & Aji, A. F. (2023). QASiNa: Religious Domain Question Answering Using Sirah Nabawiyah. *2023 10th International Conference on Advanced Informatics: Concept, Theory and Application, ICAICTA 2023*. <https://doi.org/10.1109/ICAICTA59291.2023.10390123>
- Rizwan, K., Mahmood, N., Nadeem, A., & Lzahrani, A. M. G. A. (2019). Spatio-Temporal Database Modeling And Applications For Assistance Of Huge Spatio-Temporal Database Modeling And Applications For Assistance Of Huge Crowd In Hajj. *(JESC) The Journal of Engineering, Science and Computing*, 1(May).
- Saadaoui, Z., Tlig, G., & Jarray, F. (2024). LLMs Based Approach for Quranic Question Answering. *International Conference on Web Information Systems and Technologies, WEBIST - Proceedings, Webist 2024*, 112–118. <https://doi.org/10.5220/0013012900003825>
- Sanaei, M., Azizi, F., & Giglou, H. B. (2024). Phoenixes at LLMs4OL 2024 Tasks A , B , and C: Retrieval Augmented Generation for Ontology Learning. *Open ConfProc 4 (2024) "LLMs4OL 2024: The 1st Large*

Language Models for Ontology Learning Challenge at the 23rd ISWC”, 39–47.

- Shahid, U., Hussain, M. Z., & Sayers, W. (2025). Computational Analysis of Quran Text Using Machine Learning and Large Language Models. *Proceedings - 2025 8th International Conference on Data Science and Machine Learning Applications, CDMA 2025*, 18–24. <https://doi.org/10.1109/CDMA61895.2025.00009>
- Sharef, N. M., Murad, M. A., Mustapha, A., & Shishechi, S. (2014). Semantic question answering of umrah pilgrims to enable self-guided education. *International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, ISDA*, 141–146. <https://doi.org/10.1109/ISDA.2013.6920724>
- Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Ichter, B., Xia, F., Chi, E. H., Le, Q. V., & Zhou, D. (2022). Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35(NeurIPS), 1–43.
- Youssef, Fatima Y., & Othman, Z. I. (2023). The Hierarchical Classification for The Rituals of Hajj Using Ontology. *Journal of Qadisiyah Computer Science & Mathematics ., Vol. 15*(Issue 1), p1-13. 13p.
- Zengeya, T., & Vincent Fonou-Dombeu, J. (2024). A Review of State of the Art Deep Learning Models for Ontology Construction. *IEEE Access*, 12(April), 82354–82383. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3406426>