 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Implementasi *Hybrid Search* pada Aplikasi *Mobile Knowledge Management System* untuk Dokumentasi Proyek Teknik Sipil

Implementation of Hybrid Search in a Mobile Knowledge Management System Application for Civil Engineering Project Documentation

[1]Abid Ramadhan Rachmat*, [2]Marcello Singadji
[1,2]Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia
*e-mail: [1]abid.ramadhanrachmat@student.upj.ac.id, [2]marcello.singadji@upj.ac.id

(***received*:** 24 September 2026, ***revised*:** 1 October 2026, ***accepted*:** 5 October 2026)

Abstrak

Akses terhadap dokumentasi proyek Teknik Sipil dapat menjadi kendala ketika informasi perlu diperoleh secara cepat dan praktis di lapangan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan aplikasi mobile *Knowledge Management System* (KMS) dengan mekanisme *Hybrid Search* untuk mendukung pencarian dokumentasi proyek. Pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. *Hybrid Search* menggabungkan *AI Recommendation* berbasis pencocokan aturan dan istilah domain Teknik Sipil dengan pencarian kata kunci menggunakan SQL LIKE. Proses rekomendasi menerapkan *query preprocessing* berupa *case folding*, tokenisasi, *stopword removal*, dan *synonym/domain expansion*, kemudian melakukan pemeringkatan berdasarkan skor kecocokan informasi proyek. Hasil rekomendasi digabungkan dengan pencarian kata kunci dan diberikan prioritas dalam pemeringkatan. Pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa fungsi pencarian dan fitur terkait berjalan sesuai kebutuhan. Penelitian ini menghasilkan mekanisme pencarian yang membantu pengguna menemukan dokumentasi proyek Teknik Sipil berdasarkan istilah dan kecocokan informasi proyek.
Kata kunci: *AI recommendation, civil engineering project documentation, hybrid search, knowledge management system, mobile application*

Abstract

Accessing civil engineering project documentation can be challenging when information needs to be retrieved quickly and conveniently in the field. This study aims to implement a mobile Knowledge Management System (KMS) application incorporating a Hybrid Search mechanism to support project documentation retrieval. The system was developed using the Waterfall method, which consists of requirements analysis, design, implementation, testing, and maintenance. The Hybrid Search mechanism combines an AI-based recommendation approach, which relies on rule matching and civil engineering domain-specific terminology, with keyword-based searching using SQL LIKE. The recommendation process involves query preprocessing, including case folding, tokenization, stopword removal, and synonym/domain expansion, followed by ranking based on project information matching scores. The recommendation results are then integrated with keyword search and given priority in the ranking process. Black-box testing results indicate that the search functionality and related features operate as expected. This study delivers a search mechanism that helps users retrieve civil engineering project documentation based on relevant terminology and project information matching.
Keywords: *AI recommendation, civil engineering project documentation, hybrid search, knowledge management system, mobile application*

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

1 Pendahuluan

Knowledge management (KM) merupakan sebuah solusi strategis dan pendekatan terintegrasi untuk mengelola siklus pengetahuan di dalam suatu organisasi [1]. Implementasi KM dalam dunia pendidikan dapat membantu mahasiswa dalam mencari, memperoleh, dan berbagi pengetahuan terkait proyek konstruksi [2], [3]. Dalam konteks pembelajaran dan observasi proyek, akses dokumentasi melalui perangkat yang kurang praktis dapat menyulitkan proses memperoleh informasi ketika berada di lapangan. Akses dokumentasi masih bergantung pada perangkat laptop atau media penyimpanan tertentu yang kurang praktis digunakan di lokasi proyek. Kondisi ini menyebabkan mahasiswa kesulitan memperoleh informasi secara mudah dan cepat ketika melakukan kegiatan observasi. Penggunaan smartphone dapat menjadi alternatif karena bersifat ringkas dan fleksibel untuk mendukung akses informasi teknis di lapangan [4].

Selain kendala aksesibilitas perangkat, pencarian informasi dalam ranah Teknik Sipil memiliki tantangan tersendiri akibat banyaknya penggunaan istilah teknis yang spesifik, seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), *Detail Engineering Design* (DED), maupun spesifikasi material struktural. Sistem pencarian konvensional seringkali gagal menampilkan hasil yang relevan jika kata kunci yang dimasukkan pengguna tidak sama persis dengan judul dokumen [5]. Oleh karena itu, aplikasi mobile KMS memerlukan mekanisme pencarian yang tidak hanya melakukan pencocokan kata atau frasa secara langsung, tetapi juga dapat memperluas pencarian berdasarkan istilah dan sinonim yang berkaitan dengan domain Teknik Sipil.

Dalam penelitian ini, mekanisme *Hybrid Search* diterapkan dengan menggabungkan dua pendekatan pencarian, yaitu *AI Recommendation* berbasis pencocokan aturan dan istilah domain Teknik Sipil serta pencarian berbasis kata kunci (*keyword search*) pada basis data. *AI Recommendation* melakukan *preprocessing* terhadap *query* melalui *case folding*, tokenisasi, *stopword removal*, dan *synonym/domain expansion*. Selanjutnya, sistem menghitung skor berdasarkan kecocokan *query* dengan informasi judul, kategori, deskripsi, dan *progress* proyek. Sementara itu, *keyword search* dilakukan menggunakan mekanisme SQL LIKE untuk menemukan proyek berdasarkan kecocokan *query* pada judul dan deskripsi. Kedua hasil pencarian tersebut kemudian digabungkan dan diberikan prioritas berdasarkan hasil rekomendasi dalam proses pemeringkatan.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat permasalahan mengenai bagaimana menyediakan akses dokumentasi proyek Teknik Sipil yang praktis melalui perangkat mobile serta bagaimana menerapkan mekanisme pencarian yang dapat menangani istilah teknis melalui pencocokan langsung maupun perluasan istilah yang berkaitan dengan domain Teknik Sipil. Dengan demikian, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana merancang aplikasi mobile KMS yang dapat mendukung akses dan pengelolaan dokumentasi proyek Teknik Sipil secara praktis; dan (2) bagaimana menerapkan *Hybrid Search* yang menggabungkan *AI Recommendation* berbasis pencocokan aturan dan istilah domain Teknik Sipil dengan *keyword search* untuk mendukung pencarian dokumentasi proyek?

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi mobile KMS proyek Teknik Sipil serta menerapkan mekanisme *Hybrid Search* untuk mendukung proses pencarian dokumentasi proyek. Kebaruan penelitian terletak pada penerapan *Hybrid Search* dalam KMS mobile untuk dokumentasi proyek Teknik Sipil melalui penggabungan *AI Recommendation* berbasis pencocokan aturan dan istilah domain dengan pencarian kata kunci pada basis data. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan penerapan mekanisme pencarian yang menggabungkan rekomendasi berbobot dan pencocokan kata kunci dalam pengelolaan pengetahuan proyek Teknik Sipil pada konteks pembelajaran berbasis proyek.

2 Tinjauan Literatur

Knowledge Management System (KMS) merupakan pendekatan yang digunakan untuk mendukung pengelolaan, penyimpanan, dan pemanfaatan pengetahuan dalam suatu organisasi. Dalam bidang konstruksi, pengelolaan pengetahuan menjadi penting karena informasi proyek bersifat kompleks, melibatkan berbagai pihak, dan terus bertambah selama pelaksanaan pekerjaan. Deng et al. melalui kajian terhadap perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam knowledge management pada industri *Architecture*, *Engineering*, *and Construction* (AEC) menunjukkan bahwa teknologi seperti *semantic web* dan *knowledge graph* telah digunakan untuk mendukung pengelolaan

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

pengetahuan [6]. Kajian tersebut juga mengidentifikasi bahwa evaluasi sistem dan penerapan teknologi dalam industri masih menjadi perhatian dalam pengembangan KMS [7].

Penerapan KMS pada proyek konstruksi juga berkaitan dengan kebutuhan untuk mempertahankan dan membagikan pengetahuan proyek. Putra et al. mengembangkan kerangka pengelolaan pengetahuan untuk meningkatkan komunikasi pada proyek infrastruktur pertambangan. Penelitian tersebut menempatkan knowledge management sebagai bagian dari pengelolaan komunikasi dan kinerja proyek. Sementara itu, Suryana dan Rarasati mengembangkan kerangka strategic knowledge management untuk mendukung transfer teknologi pada proyek konstruksi joint operation di Indonesia. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan pengetahuan dapat dikaitkan dengan kebutuhan koordinasi, transfer informasi, dan keberlanjutan pengetahuan dalam lingkungan proyek [8].

Selain pengelolaan pengetahuan, akses terhadap dokumentasi proyek melalui perangkat mobile menjadi salah satu pendekatan yang digunakan untuk mendukung aktivitas konstruksi. Penelitian mengenai document management pada proyek konstruksi menunjukkan bahwa aplikasi mobile dapat digunakan untuk mendukung aksesibilitas dokumen, alur kerja, dan kolaborasi. Penelitian lain mengenai implementasi teknologi mobile untuk pelaporan kemajuan pekerjaan konstruksi juga menunjukkan bahwa aplikasi mobile dapat digunakan untuk mendukung pelaporan yang lebih praktis dan terdokumentasi. Namun, penelitian-penelitian tersebut lebih banyak berfokus pada pengelolaan dokumen dan pelaporan pekerjaan, sehingga aspek pencarian dokumen berdasarkan istilah teknis dan kemiripan makna masih dapat dikembangkan lebih lanjut [9].

Dalam pengembangan sistem pencarian dokumen, pendekatan *lexical search* dan *semantic search* memiliki karakteristik yang berbeda. *Lexical search* bekerja berdasarkan kecocokan istilah yang terdapat pada kueri dan dokumen, sedangkan *semantic search* mempertimbangkan hubungan atau kemiripan makna dalam representasi teks. Nguyen et al. menunjukkan bahwa penggabungan BM25 dengan *sentence embeddings* dapat digunakan untuk menangani perbedaan istilah antara kueri pengguna dan dokumen. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggabungan mekanisme pencarian berbasis kata kunci dengan pendekatan berbasis representasi teks dapat digunakan untuk mendukung proses temu balik informasi [10].

Pendekatan *hybrid search* juga digunakan dalam penelitian yang menggabungkan BM25 dengan model Sentence-BERT (SBERT). Kodri et al. mengembangkan pendekatan Fine-Hybrid yang mengintegrasikan BM25 dan SBERT untuk pencarian dokumen hukum. Penelitian tersebut menunjukkan penerapan kombinasi pencocokan leksikal dan representasi semantik dalam menghadapi istilah khusus dan bahasa formal. Selain itu, penelitian mengenai *domain-specific question answering* dengan *hybrid search* juga menggunakan kombinasi *dense retrieval* dan *keyword-based sparse search* untuk menangani kebutuhan pencarian pada domain tertentu [11].

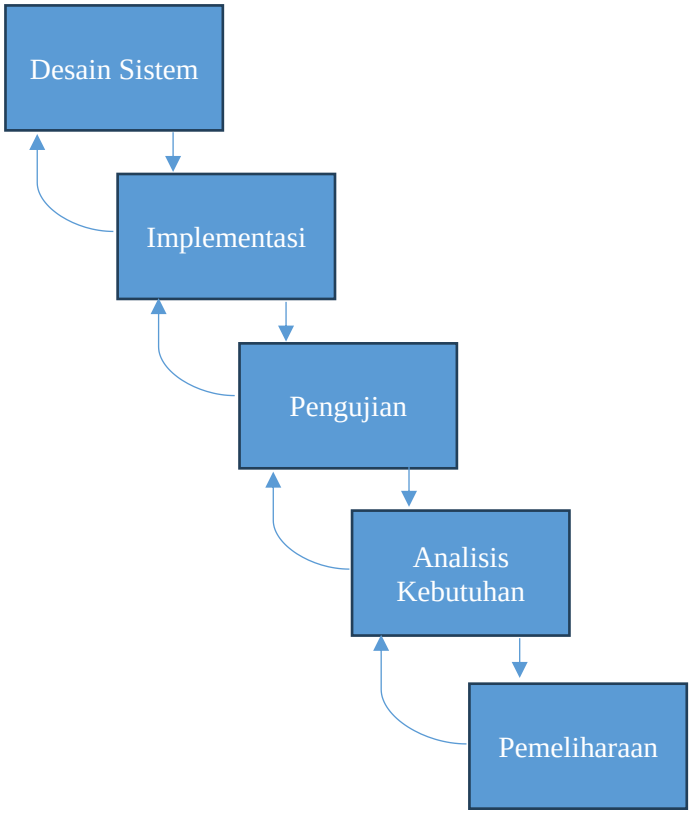
Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa pengelolaan pengetahuan pada proyek konstruksi telah banyak dikaji dari sisi komunikasi, transfer pengetahuan, pengelolaan dokumen, dan pemanfaatan teknologi *mobile*. Sementara itu, penelitian mengenai *hybrid search* menunjukkan bahwa penggabungan beberapa mekanisme pencarian dapat digunakan untuk mendukung proses temu balik informasi pada berbagai domain. Namun, masih terdapat ruang pengembangan untuk mengintegrasikan pengelolaan dokumentasi proyek Teknik Sipil berbasis *mobile* dengan mekanisme pencarian yang menggabungkan rekomendasi berbasis aturan dan istilah domain dengan pencarian berbasis kata kunci. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan *Mobile Knowledge Management System* yang menyediakan akses dokumentasi proyek, informasi proyek, dan progres proyek, serta menerapkan *Hybrid Search* dengan menggabungkan *AI Recommendation* berbasis pencocokan aturan dan istilah domain Teknik Sipil dengan pencarian kata kunci menggunakan SQL LIKE.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode pengembangan sistem Waterfall [12]. Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kebutuhan pengelolaan pengetahuan dan dokumentasi proyek Teknik Sipil berdasarkan hasil wawancara dengan informan. Metode Waterfall digunakan dalam proses pengembangan sistem yang meliputi tahap analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Pengumpulan data kebutuhan sistem dilakukan melalui wawancara dengan informan yang memiliki pengetahuan pada bidang Teknik Sipil dan dokumentasi proyek. Selain data hasil wawancara, penelitian menggunakan data proyek Teknik Sipil yang tersimpan pada sistem Knowledge Management System sebagai korpus dalam proses pencarian. Mekanisme pencarian diimplementasikan pada sisi backend dan disediakan melalui API yang dapat diakses oleh aplikasi mobile sebagai client. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan metode waterfall

3.1. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan informasi, serta kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan satu orang informan, yaitu dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Jaya. Informan dipilih karena memiliki pengetahuan pada bidang Teknik Sipil serta memahami kebutuhan informasi dan dokumentasi yang berkaitan dengan proyek konstruksi.

Instrumen pengumpulan data berupa **pedoman wawancara** yang disusun berdasarkan tujuan penelitian. Pedoman wawancara mencakup aspek kondisi pengelolaan dokumentasi proyek, kendala dalam pencarian dan akses dokumen, jenis informasi yang dibutuhkan, kebutuhan fitur pencarian, kebutuhan akses melalui perangkat mobile, serta kebutuhan pengelolaan dan penyajian dokumentasi proyek.

Hasil wawancara digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan sistem. Kebutuhan fungsional meliputi akses informasi proyek, pencarian dokumentasi, penyajian detail proyek, informasi perkembangan proyek, penyajian dokumentasi berupa foto, video, dan dokumen, serta kemampuan mengunduh dokumentasi. Kebutuhan nonfungsional meliputi kemudahan penggunaan, responsivitas antarmuka pada perangkat mobile, dan kemampuan sistem dalam memberikan hasil pencarian secara cepat.

3.2. Korpus Data Proyek

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Korpus yang digunakan dalam penelitian berupa dokumentasi proyek Teknik Sipil yang tersimpan pada sistem *Knowledge Management System* (KMS). Data proyek yang digunakan mencakup informasi judul proyek, kategori proyek, deskripsi proyek, informasi perkembangan (progress) proyek, serta informasi pendukung lainnya yang tersimpan pada basis data sistem.

Dalam implementasinya, sistem mengambil data proyek yang tersedia pada basis data dan memproses proyek yang memiliki status aktif sebagai data yang digunakan dalam mekanisme rekomendasi. Informasi judul, kategori, deskripsi, dan data *progress* proyek digunakan sebagai sumber pencocokan terhadap *query* pengguna. Dengan demikian, korpus tidak berupa kumpulan dokumen teks terpisah, melainkan kumpulan data proyek yang tersimpan dalam basis data KMS dan digunakan sebagai objek pencarian serta rekomendasi.

Jumlah korpus bersifat dinamis karena data proyek dapat bertambah atau berubah ketika administrator menambahkan proyek baru maupun memperbarui dokumentasi proyek. Oleh karena itu, jumlah korpus yang digunakan dalam penelitian ditetapkan berdasarkan jumlah data proyek yang berstatus aktif pada saat pengujian penelitian dilakukan, yaitu sebanyak 3 proyek.

3.3. Preprocessing Query

Sebelum *query* pengguna digunakan dalam proses pencarian, sistem melakukan *preprocessing* untuk menghasilkan bentuk *query* yang lebih sesuai dengan proses pencocokan. Tahapan *preprocessing* yang diterapkan meliputi case folding, tokenisasi, stopword removal, dan synonym/domain expansion.

Tahap *case folding* dilakukan dengan mengubah seluruh karakter pada *query* menjadi huruf kecil (*lowercase*), sehingga perbedaan penggunaan huruf kapital dan huruf kecil tidak memengaruhi proses pencocokan. Selanjutnya, tahap tokenisasi dilakukan dengan memecah *query* menjadi beberapa token berdasarkan karakter pemisah yang digunakan oleh sistem. Token dengan panjang kurang dari dua karakter tidak digunakan dalam proses pencocokan.

Tahap *stopword removal* dilakukan dengan menghilangkan kata-kata umum yang telah ditentukan dalam daftar *stopword*. Proses ini bertujuan untuk mengurangi token yang kurang relevan sehingga pencocokan lebih berfokus pada istilah yang berkaitan dengan informasi proyek.

Tahap terakhir adalah *synonym/domain expansion*, yaitu perluasan *query* menggunakan kamus istilah dan sinonim yang berkaitan dengan domain Teknik Sipil. Ketika *query* mengandung istilah yang terdapat dalam kamus tersebut, sistem menambahkan istilah lain yang memiliki keterkaitan untuk memperluas cakupan pencocokan terhadap informasi proyek. Hasil dari seluruh tahapan *preprocessing* kemudian digunakan sebagai dasar dalam proses pencocokan *query* dengan data proyek.

3.4. Mekanisme AI Recommendation

Dalam penelitian ini, AI Recommendation merupakan mekanisme rekomendasi berbasis aturan (*rule-based recommendation*) dan pencocokan istilah domain dengan pembobotan tertentu, bukan model *machine learning*, *embedding*, atau *semantic vector search*.

Informasi proyek yang digunakan dalam proses pencocokan meliputi judul proyek, kategori proyek, deskripsi proyek, serta informasi progress proyek. Query yang telah melalui tahap preprocessing dibandingkan dengan informasi tersebut untuk memperoleh skor relevansi. Beberapa komponen yang digunakan dalam perhitungan skor adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Komponen dan bobot perhitungan skor

Komponen Pencocokan	Skor
Kecocokan frasa pada judul	+55
Kecocokan frasa pada kategori	+35
Kecocokan frasa pada progress	+25
Kecocokan token pada judul	+20 untuk setiap token
Kecocokan token pada kategori	+15 untuk setiap token

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Komponen Pencocokan	Skor
Kecocokan token pada deskripsi	+8 untuk setiap token
Kecocokan hasil synonym/domain expansion	+5
Progress proyek masih aktif	+4
Jumlah views	+0 sampai +5

Kecocokan frasa pada judul, kategori, dan progress diberikan bobot yang lebih besar karena menunjukkan kecocokan langsung antara query dengan informasi utama proyek. Sementara itu, kecocokan token pada judul, kategori, dan deskripsi digunakan untuk menangkap kecocokan berdasarkan kata-kata yang terdapat pada query.

Selain pencocokan langsung, sistem juga memberikan tambahan skor terhadap token yang diperoleh melalui synonym/domain expansion. Informasi progress yang masih berjalan serta jumlah views juga digunakan sebagai faktor tambahan dalam perhitungan skor.

Setelah seluruh komponen dihitung, skor proyek dinormalisasi menggunakan persamaan:

$$\text{Final Score} = \min(99, \max(52, 50 + (\text{Score} \times 0{,}7)))$$

Normalisasi tersebut menghasilkan skor akhir pada rentang 52 sampai 99. Selanjutnya, proyek diurutkan berdasarkan skor akhir dari nilai terbesar ke nilai terkecil.

3.5. Pencarian Berbasis Kata Kunci

Selain rekomendasi berdasarkan skor, sistem juga melakukan pencarian berbasis kata kunci pada basis data. Pencarian ini dilakukan dengan mencocokkan query pengguna terhadap informasi teks pada proyek, khususnya judul dan deskripsi proyek.

Pencarian menggunakan mekanisme *LIKE* pada basis data. Secara konseptual, query pengguna dibandingkan dengan pola teks pada kolom judul dan deskripsi, sehingga proyek yang memiliki kata atau frasa yang sesuai dengan query dapat masuk ke dalam hasil pencarian. Mekanisme ini berfungsi sebagai pencarian berdasarkan kecocokan teks secara langsung dan melengkapi hasil yang diperoleh dari sistem rekomendasi.

3.6. Mekanisme Hybrid Search

Mekanisme Hybrid Search pada penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan hasil AI Recommendation dengan hasil pencarian berbasis kata kunci pada basis data [13]. Ketika pengguna memasukkan query pencarian, sistem terlebih dahulu menjalankan *AiProjectRecommendationService* untuk memperoleh sejumlah proyek yang memiliki skor rekomendasi berdasarkan mekanisme pencocokan yang telah dijelaskan sebelumnya.

ID proyek dari hasil rekomendasi kemudian digunakan dalam proses pencarian pada basis data. Sistem mengambil proyek yang memenuhi salah satu kondisi berikut:

- ID proyek termasuk dalam hasil rekomendasi AI;
- judul proyek memiliki kecocokan dengan query; atau
- deskripsi proyek memiliki kecocokan dengan query.

Dengan demikian, hasil pencarian tidak hanya bergantung pada kecocokan kata secara langsung, tetapi juga mempertimbangkan proyek yang telah memperoleh skor rekomendasi dari mekanisme AI. Secara umum, mekanisme Hybrid Search dapat digambarkan sebagai berikut:

Query pengguna → Preprocessing → AI Recommendation → Pencarian keyword SQL → Penggabungan hasil → Prioritas hasil rekomendasi → Pemeringkatan → Hasil pencarian

Penggabungan tersebut dilakukan pada sisi backend melalui PublicProjectController. Proyek yang termasuk dalam hasil rekomendasi AI diberikan prioritas lebih tinggi dibandingkan proyek yang hanya ditemukan melalui pencarian kata kunci.

3.7. Mekanisme Pemeringkatan Hasil

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Setelah hasil rekomendasi dan pencarian kata kunci diperoleh, sistem melakukan pemeringkatan hasil. Pemeringkatan dilakukan dengan memberikan prioritas kepada proyek yang memiliki ID yang terdapat dalam daftar rekomendasi AI.
Pada implementasinya, sistem menggunakan mekanisme CASE untuk memisahkan proyek yang termasuk rekomendasi AI dan proyek lainnya. Selanjutnya, fungsi FIELD digunakan untuk mempertahankan urutan ID berdasarkan urutan hasil rekomendasi AI.

Dengan mekanisme tersebut, proyek yang memperoleh rekomendasi dari AI ditempatkan pada posisi awal hasil pencarian sesuai dengan urutan rekomendasi yang dihasilkan. Proyek lain yang ditemukan melalui pencarian kata kunci ditempatkan setelah hasil rekomendasi AI. Hasil pencarian kemudian dibatasi menggunakan pagination sebanyak **6 proyek pada satu halaman**.

3.8. Implementasi Backend dan API

Implementasi mekanisme pencarian dilakukan pada sisi backend yang bertanggung jawab terhadap pengolahan query, rekomendasi proyek, pencarian berbasis kata kunci, penggabungan hasil pencarian, dan pemeringkatan. Backend menyediakan API yang digunakan untuk menerima query pencarian dan mengembalikan hasil pencarian kepada client.

Ketika pengguna memasukkan query melalui aplikasi mobile, query dikirimkan ke backend melalui API. Backend kemudian meneruskan query tersebut ke AiProjectRecommendationService untuk dilakukan preprocessing, pencocokan terhadap informasi proyek, perhitungan skor, normalisasi skor, dan pemeringkatan rekomendasi. Hasil rekomendasi selanjutnya diproses oleh PublicProjectController bersama dengan pencarian berbasis kata kunci menggunakan query SQL.

Hasil dari proses Hybrid Search kemudian dikembalikan melalui API dalam bentuk data yang dapat digunakan oleh client. Dalam penelitian ini, aplikasi mobile berfungsi sebagai client yang mengonsumsi API backend dan menampilkan hasil pencarian kepada pengguna, sehingga proses pengolahan algoritma pencarian dan pemeringkatan tidak dilakukan pada sisi aplikasi mobile.

Dengan demikian, fokus implementasi penelitian berada pada mekanisme pencarian dan pemeringkatan pada sisi backend, sedangkan aplikasi mobile digunakan sebagai media untuk mengakses layanan pencarian yang disediakan melalui API.

Alur implementasi pencarian:

Aplikasi Mobile → API Backend → Preprocessing → AI Recommendation → Keyword Search → Hybrid Search → Ranking → API Response → Aplikasi Mobile

3.9. Pengujian Sistem

Pengujian fungsional sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing. Pengujian dilakukan dengan memberikan input pada fungsi sistem kemudian membandingkan keluaran aktual dengan keluaran yang diharapkan. Pengujian mencakup fungsi akses aplikasi, pencarian proyek, penampilan hasil pencarian, penampilan detail proyek, informasi progress, dokumentasi proyek, serta proses pengunduhan dokumen.

Pada fitur pencarian, pengujian dilakukan dengan memasukkan query tertentu melalui search bar dan mengamati apakah sistem dapat menghasilkan daftar proyek yang sesuai dengan mekanisme pencarian yang telah dirancang. Black Box Testing digunakan untuk memeriksa apakah setiap fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditentukan.

3.10. Evaluasi Mekanisme Pencarian

Evaluasi kualitas hasil pencarian menggunakan pendekatan *Information Retrieval* belum dilakukan pada penelitian ini. Evaluasi tersebut dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya dengan menyiapkan kumpulan *query* dan *relevance judgment* sebagai *ground truth*, kemudian mengukur hasil pencarian menggunakan metrik Precision@K dan Recall@K. Oleh karena itu, penelitian ini tidak menggunakan metrik tersebut sebagai hasil pengukuran efektivitas *Hybrid Search*.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

4 Hasil dan Pembahasan

a. Spesifikasi Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional Aplikasi

Berdasarkan hasil wawancara dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Jaya, ditemukan bahwa proses pencarian dan pembagian dokumen proyek saat ini masih dilakukan secara konvensional menggunakan media penyimpanan eksternal atau grup percakapan. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam melacak dokumen spesifik (seperti RAB atau DED) secara cepat saat berada di lapangan. Oleh karena itu, dirancang sebuah Mobile Knowledge Management System (KMS) yang dilengkapi dengan algoritma pencarian cerdas.

Analisis kebutuhan sistem dibagi menjadi dua, yaitu kebutuhan fungsional (fitur yang harus ada) dan kebutuhan non-fungsional (kriteria kinerja sistem), yang dirangkum dalam daftar kebutuhan berikut:

Kebutuhan Fungsional:

1. Pengguna menginginkan adanya fitur pencarian proyek menggunakan search bar.
2. Pengguna menginginkan agar dapat melihat progres proyek di setiap minggu.
3. Pengguna menginginkan adanya dokumentasi berbentuk video di setiap progres mingguan.
4. Pengguna menginginkan aplikasi berbasis mobile agar penggunaan lebih fleksibel.
5. Pengguna menginginkan agar dapat melihat keseluruhan dokumentasi proyek berbasis foto, video dan narasi berbentuk PDF.
6. Pengguna menginginkan adanya keterangan di setiap proyek yang ada.
7. Pengguna menginginkan agar dapat melihat tanggal mulai hingga tanggal selesainya Pembangunan proyek.
8. Pengguna menginginkan adanya progres bar dari 0% hingga 100% sesuai dengan progres yang ada di proyek.
9. Pengguna menginginkan menu setting untuk mengubah tema aplikasi.

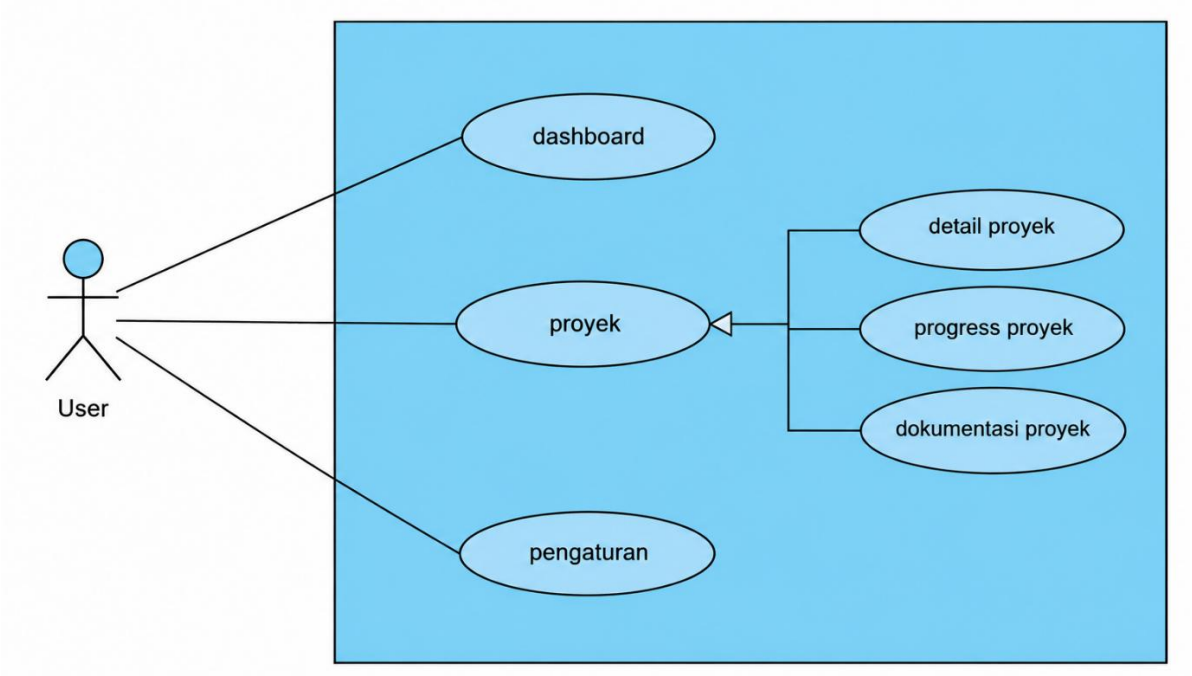
Kebutuhan Non-Fungsional:

1. Pengguna menginginkan aplikasi dapat diakses dengan mudah.
2. Pengguna menginginkan aplikasi mobile yang *user friendly.*
3. Pengguna menginginkan aplikasi dapat responsif.

b. Rancangan Alur Interaksi dan Antarmuka Pengguna

Interaksi pengguna dengan sistem direpresentasikan menggunakan Use Case. Diagram terdiri atas tiga aktivitas utama sebagaimana Gamabr 2, yaitu mengakses dashboard, mengakses proyek, dan mengakses pengaturan. Pada use case proyek terdapat generalisasi yang mencakup detail proyek, progres proyek, dan dokumentasi proyek. Sementara itu, use case dashboard dan pengaturan tidak memiliki generalisasi.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719



Gambar 2 Diagram use case

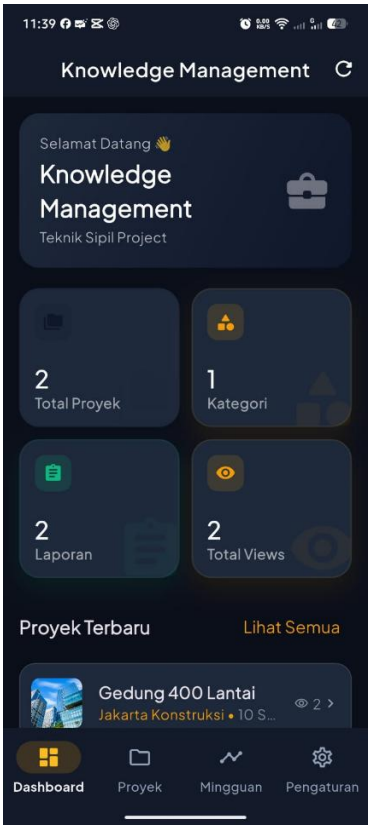
c. Hasil Pembangunan Aplikasi Mobile dan Integrasi Hybrid Search

Hasil implementasi (Gambar 3-4) menghasilkan aplikasi Mobile Knowledge Management System (KMS) yang menyediakan fitur pencarian dokumentasi proyek Teknik Sipil melalui Search Bar. Mekanisme pencarian diimplementasikan pada sisi backend dan diakses oleh aplikasi mobile melalui API. Proses pencarian terdiri atas preprocessing query, AI Recommendation, pencarian berbasis kata kunci, penggabungan hasil, dan pemeringkatan.

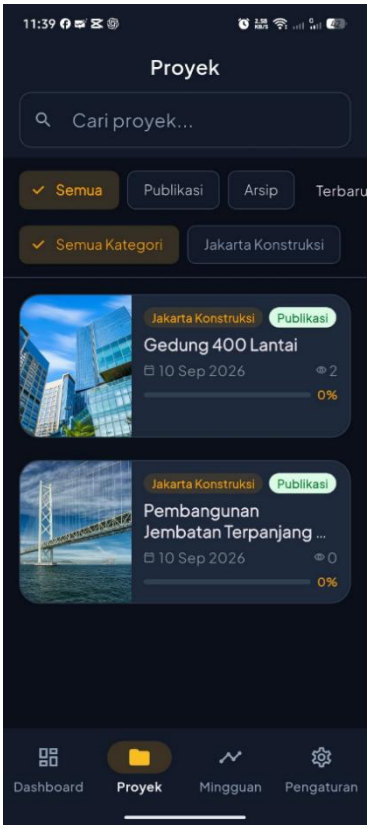
Pada proses AI Recommendation, sistem melakukan preprocessing terhadap query yang meliputi case folding, tokenisasi, stopword removal, dan synonym/domain expansion. Query yang telah diproses kemudian dicocokkan dengan informasi proyek yang terdiri atas judul, kategori, deskripsi, dan progress. Setiap kecocokan diberikan bobot tertentu untuk menghasilkan skor rekomendasi. Skor tersebut kemudian dinormalisasi dan digunakan untuk mengurutkan proyek berdasarkan tingkat kecocokan.

Selain AI Recommendation, sistem menjalankan pencarian berbasis kata kunci menggunakan SQL LIKE pada judul dan deskripsi proyek. Hasil dari kedua mekanisme tersebut kemudian digabungkan. Proyek yang termasuk dalam hasil AI Recommendation diberikan prioritas lebih tinggi, sedangkan proyek yang hanya ditemukan melalui pencarian kata kunci ditempatkan setelah hasil rekomendasi. Urutan rekomendasi dipertahankan menggunakan mekanisme CASE dan FIELD pada sisi backend. Dengan mekanisme tersebut, Hybrid Search pada penelitian ini menggabungkan pencocokan berbasis aturan dan istilah domain Teknik Sipil dengan pencocokan kata kunci secara langsung.

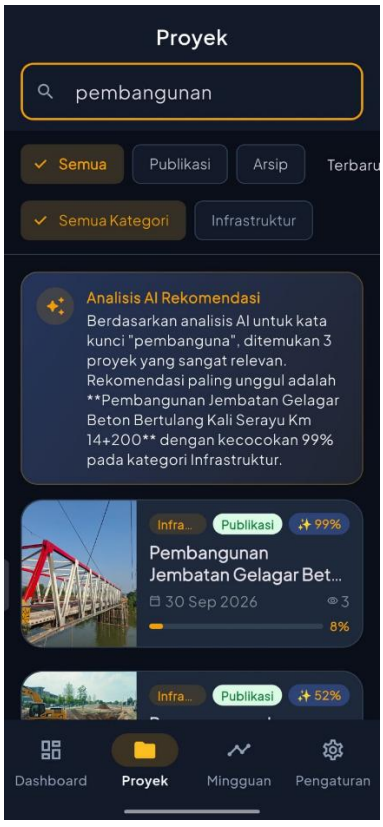
ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719



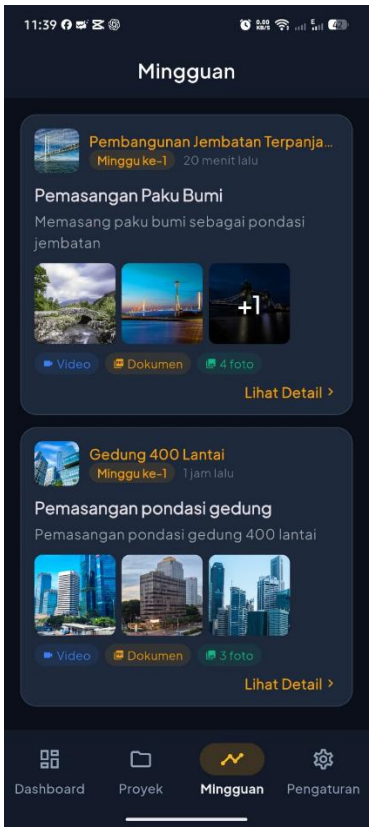
Gambar 3 Halaman dashboard



Gambar 4 Halaman daftar proyek



Gambar 5 Halaman Proyek



Gambar 6 Halaman progres mingguan

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

d. Validasi Kelayakan dan Hasil Uji Fungsionalitas

Sebagai bentuk verifikasi terhadap aplikasi yang telah dibangun, dilakukan pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black Box Testing untuk memeriksa kesesuaian fungsi aplikasi dengan spesifikasi kebutuhan. Pengujian mencakup seluruh fitur utama, termasuk fitur Hybrid Search dan navigasi dokumen. Hasil pengujian fungsionalitas dirangkum secara rinci pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Hasil pengujian *black box testing*

No	Fitur / Fungsi	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji	Kesimpulan
1	Halaman Dashboard	Mengakses aplikasi tanpa melakukan login	Sistem langsung menampilkan halaman dashboard, proyek terbaru, dan progres terbaru	Sesuai	Valid
2	Search Bar (Hybrid Search)	Memasukkan kata kunci kombinasi istilah teknis dan konteks	Sistem berhasil memproses kueri dan menampilkan hasil pencarian.	Sesuai	Valid
3	Detail Proyek	Memilih salah satu kartu proyek dari hasil pencarian	Sistem menampilkan rincian informasi proyek, progres proyek, dan pratinjau dokumen	Sesuai	Valid
4	Unduh Dokumen	Menekan tombol unduh pada halaman detail proyek	File dokumen proyek (PDF/Gambar) berhasil diunduh ke penyimpanan perangkat pengguna	Sesuai	Valid
5	Progres Proyek	Menekan detail dari proyek yang di cari	Menampilkan persentase progres proyek serta informasi tanggal mulai dan tanggal selesai	Sesuai	Valid
6	Pengaturan	Menekan tombol tema gelap/terang	Aplikasi akan menyesuaikan tema yang dipilih oleh pengguna	Sesuai	Valid

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memeriksa kesesuaian fungsi aplikasi dengan kebutuhan yang telah ditentukan [14]. Pengujian mencakup fitur dashboard, *Hybrid Search*, detail proyek, pengunduhan dokumen, progres proyek, dan pengaturan tema. Pada fitur *Hybrid Search*, pengujian dilakukan dengan memasukkan query pada *Search Bar* dan mengamati apakah sistem dapat memproses query serta menampilkan hasil pencarian sesuai dengan mekanisme yang telah dirancang.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, seluruh skenario menghasilkan keluaran yang sesuai dengan hasil yang diharapkan dan dinyatakan valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi-fungsi aplikasi yang diuji, termasuk proses pencarian *Hybrid Search*, dapat dijalankan sesuai kebutuhan fungsional. Pengujian ini merupakan pengujian fungsional dan tidak digunakan untuk mengukur tingkat relevansi atau efektivitas hasil pencarian secara kuantitatif.

e. Rencana Keberlanjutan dan Pembaruan Sistem

Pengembangan sistem juga mempertimbangkan kebutuhan pemeliharaan setelah aplikasi digunakan. Pemeliharaan dapat dilakukan melalui pemantauan penggunaan aplikasi, perbaikan bug yang ditemukan pada saat penggunaan, serta pembaruan data proyek dan dokumentasi oleh administrator. Pembaruan korpus proyek diperlukan karena data proyek pada sistem bersifat dinamis dan dapat bertambah atau berubah seiring dengan adanya proyek dan dokumentasi baru.

Selain pemeliharaan sistem, pengembangan selanjutnya dapat mencakup evaluasi kualitas hasil pencarian menggunakan pendekatan information retrieval [15]. Evaluasi tersebut dapat dilakukan dengan menyiapkan kumpulan query, menentukan relevance judgment, dan mengukur hasil pencarian menggunakan metrik seperti Precision@K dan Recall@K. Evaluasi ini belum dilakukan pada penelitian ini sehingga tidak digunakan sebagai dasar untuk menyatakan efektivitas Hybrid Search secara kuantitatif.

5 Kesimpulan

Penelitian ini telah mengembangkan dan mengimplementasikan aplikasi Mobile Knowledge Management System (KMS) untuk dokumentasi proyek Teknik Sipil menggunakan metode Waterfall. Aplikasi menyediakan fitur pencarian proyek, informasi detail proyek, progres proyek, dokumentasi, pengunduhan dokumen, serta pengaturan tema yang dapat diakses melalui perangkat mobile. Mekanisme Hybrid Search pada penelitian ini menggabungkan AI Recommendation berbasis pencocokan aturan dan istilah domain Teknik Sipil dengan pencarian berbasis kata kunci menggunakan SQL LIKE. Proses AI Recommendation menerapkan query preprocessing berupa case folding, tokenisasi, stopword removal, dan synonym/domain expansion, kemudian melakukan pemeringkatan berdasarkan skor kecocokan terhadap informasi proyek. Hasil rekomendasi selanjutnya digabungkan dengan hasil pencarian kata kunci dan diberikan prioritas dalam proses pemeringkatan. Berdasarkan hasil Black Box Testing, enam skenario pengujian yang mencakup dashboard, Hybrid Search, detail proyek, pengunduhan dokumen, progres proyek, dan pengaturan tema menghasilkan keluaran yang sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi aplikasi yang diuji telah berjalan sesuai kebutuhan fungsional. Namun, pengujian tersebut merupakan pengujian fungsional dan belum mengukur efektivitas atau tingkat relevansi hasil Hybrid Search secara kuantitatif. Keterbatasan penelitian ini terletak pada belum dilakukannya evaluasi *information retrieval* menggunakan ground truth atau relevance judgment, sehingga penelitian belum menghasilkan nilai Precision@K, Recall@K, atau metrik evaluasi relevansi lainnya. Penelitian selanjutnya dapat melakukan evaluasi tersebut dengan menggunakan kumpulan query dan data relevansi yang terstruktur untuk mengukur kualitas hasil pencarian serta melakukan perbandingan dengan pendekatan pencarian lainnya.

Referensi

[1] A. A. Jet Alamin, A. K. Tarigan, and H. Wasi Boangmanalu, "Implementasi Sistem *Knowledge Management* untuk meningkatkan Pembelajaran Organisasi di Lembaga Pendidikan *Implementation of Knowledge Management System to Improve Organizational Learning in Educational Institutions,*" *Nusantara Hasana Journal*, Vol. 4, No. 7, pp. 179–183, 2024.

[2] V. Yepes and S. López, "*Knowledge Management in the Construction Industry: Current State of Knowledge and Future Research*," *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 27, No. 8, pp. 671–680, Dec. 2021, DOI: 10.3846/jcem.2021.16006.

[3] Z. Z. Hu, S. Leng, J. R. Lin, S. W. Li, and Y. Q. Xiao, "*Knowledge Extraction and Discovery based on BIM: A Critical Review and Future Directions*," *Archives of Computational Methods in Engineering*, Vol. 29, No. 1, pp. 335–356, Jan. 2022, DOI: 10.1007/s11831-021-09576-9.

[4] I. M. D. S. Darma, Yohanes Priyo Atmojo, Erma Sulistyo Rini, and Ida Bagus Suradarma, "Implementasi Teknologi *Mobile* untuk Pelaporan Kemajuan Kerja Proyek Jasa Konstruksi," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, Vol. 15, No. 2, pp. 122–133, May 2021, DOI: 10.30864/jsi.v15i2.349.

[5] J. Gammack, H. Akay, C. Ceylan, and S. G. Kim, "*Semantic Knowledge Management System for Design Documentation with Heterogeneous Data using Machine Learning*," in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2022, pp. 95–100. DOI: 10.1016/j.procir.2022.05.220.

[6] K. Farghaly, R. K. Soman, and S. A. Zhou, "*The Evolution of Ontology in AEC: A Two-Decade Synthesis, Application Domains, and Future Directions*," Dec. 01, 2023, *Elsevier B.V.* DOI: 10.1016/j.jii.2023.100519.

[7] J. B. H. Yap, B. L. Lim, and M. Skitmore, "*Capitalising Knowledge Management (KM) for Improving Project Delivery in Construction*," *Ain Shams Engineering Journal*, Vol. 13, No. 6, Nov. 2022, DOI: 10.1016/j.asej.2022.101790.

[8] T. D. Moshood, F. E. Rotimi, and J. O. B. Rotimi, "*An Integrated Paradigm for Managing Efficient Knowledge Transfer: Towards a More Comprehensive Philosophy of Transferring Knowledge in the Construction Industry*," *Construction Economics and Building*, Vol. 22, No. 3, pp. 65–98, Sep. 2022, DOI: 10.5130/AJCEB.v22i3.8050.

[9] J. Ekow Yankah, S. Kotey, G. Harrison Coffie, and C. Kurbom Tieru, "*Enhancing Construction Project Document Management with Mobile Apps*", DOI: 10.47772/IJRISS.

[10] V. Nguyen, M. Rybinski, S. Karimi, and Z. Xing, "*Search Like an Expert: Reducing Expertise Disparity using a Hybrid Neural Index for COVID-19 Queries*," *J. Biomed. Inform.*, Vol. 127, Mar. 2022, DOI: 10.1016/j.jbi.2022.104005.

[11] W. A. G. Kodri, M. Haris, and R. Fitriadi, "*Fine-Hybrid: Integration of BM25 and Finetuned SBERT to Enhance Search Relevance*," *Teknika*, Vol. 14, No. 2, pp. 213–222, Jul. 2025, DOI: 10.34148/teknika.v14i2.1229.

[12] R. Dzaky, F. Ali, L. Sartika, A. Marsehan, and H. Artikel, "Rancang Bangun *Landing Page* Program Studi Teknologi Informasi sebagai Media Informasi Akademik menggunakan Metode *Waterfall*," Vol. 6, No. 1, 2026, DOI: 10.47709/digitech.v6i1.8271.

[13] A. Louis, G. Van Dijck, and G. Spanakis, "*Know When to Fuse: Investigating Non-English Hybrid Retrieval in the Legal Domain*."

[14] A. E. Rahmawati, H. E. Wahanani, and F. P. Aditiawan, "Pengujian Aplikasi E Buk Kades menggunakan Teknik *Boundary Value Analysis* dan *Equivalence Partitioning*."

[15] A. Jadon and A. Patil, "*A Comprehensive Survey of Evaluation Techniques for Recommendation Systems*," Jan. 2024, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2312.16015