Contents lists available at JESA

Journal of Engineering and Science Application

journal homepage: https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index

Penerapan Algoritma Boyer–Moore pada Sistem Pembelajaran Digital di SMP Darussalam Ciputat

Mohammad Fijar Septa Dendy[a], Ari Syaripudin[b]

Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

Article Info

Keywords:

Boyer–Moore Algorithm Digital Learning System
Text Search
RAD
Search Efficiency

ABSTRACT

This study develops a web-based digital learning system for SMP Darussalam Ciputat and implements the Boyer–Moore algorithm in its learning-material search feature. The study addresses students' difficulty locating concepts in learning documents and the administrative burden of managing materials, assignments, and academic information through conventional processes. The application provides role-based access for administrators, teachers, and students, supports learning-material distribution, and enables students to search text stored from uploaded materials. The system was developed using the Rapid Application Development (RAD) approach: requirements planning, user design, construction, and cutover. PHP was used for server-side processing, MySQL for data storage, and web technologies for the interface. In the search module, a keyword is treated as a pattern and compared with document text from right to left. The bad-character shift mechanism allows the algorithm to skip text positions when a mismatch occurs. Functional testing used black-box scenarios, while white-box analysis examined the search procedure. The manuscript reports that the main functional scenarios passed and that the search module had a cyclomatic complexity value of six. These findings indicate that the application followed the specified functional scenarios and that its search logic can be examined through independent paths. However, they do not establish a universal speed advantage for every document size or computing environment; response time can also depend on text length, server resources, and database processing. The system offers a structured way to distribute learning materials and search their text.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:

Mohammad Fijar Septa Dendy
Department of Informaics Engineering
University of Pamulang
Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310
Email: :fijarsepta123@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi telah menghasilkan transformasi substansial dalam sektor pendidikan, terutama dalam implementasi system pembelajaran digital.Selain itu, sistem ini juga mampu mengintegrasikan berbagai aktivitas akademik seperti pengelolaan materi, tugas, hingga penilaian dalam satu platform yang terpadu. Menurut (Rajagukguk & Tangke, 2025), penerapan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pendidikan karena memudahkan distribusi informasi serta interaksi antara guru dan siswa.

Namun, situasi tersebut belum sepenuhnya dijalankan di SMP Darussalam Ciputat. Berdasarkan hasil pengamatan, pembelajaran masih berjalan secara manual, baik dalam memberikan materi maupun dalam mengelola data akademik. Guru masih memberikan materi secara langsung, mengumpulkan tugas dengan cara tradisional, dan mencatat nilai menggunakan tangan. Hal ini menyebabkan proses pengelolaan data menjadi tidak efisien dan bisa memicu terjadinya kesalahan. Selain itu, ketika jumlah data terus bertambah, proses mencari informasi menjadi lebih rumit dan memerlukan lebih banyak waktu. Menurut (Nuralim et al., 2021), sistem pembelajaran yang masih manual cenderung tidak efektif dalam pengelolaan data karena tidak memiliki mekanisme pencarian dan penyimpanan yang terstruktur.

Tidak adanya sistem digital juga membuat akses informasi bagi siswa terbatas. Siswa tidak memiliki sarana terpusat untuk mengakses materi belajar maupun tugas yang diberikan oleh guru. Hal ini membuat proses belajar jadi tidak efisien dan kurang teratur. (Nita, 2024) Menyatakan bahwa sistem pembelajaran berbasis website dapat meningkatkan efisiensi dalam mengelola data serta memudahkan pengguna dalam mengakses informasi dengan cepat dan terintegrasi.

Salah satu hal yang sangat penting dalam sistem pembelajaran digital adalah kemampuan untuk mencari data secara efektif. Dengan semakin banyaknya materi, tugas, dan data akademik yang ada, sistem perlu memiliki kemampuan untuk menawarkan fitur pencarian yang cepat dan tepat. (Harpad & Salmon, 2021) menjelaskan bahwa penggunaan algoritma pencarian yang tepat dapat meningkatkan performa sistem dalam menemukan informasi secara efisien tanpa harus memeriksa data satu per satu.

Salah satu algoritma yang dapat diterapkan adalah Algoritma Boyer-Moore. Algoritma ini dikenal mempunyai efisiensi yang baik dalam mencari string karena menerapkan metode perbandingan dari kanan ke kiri dan mengandalkan teknik pergeseran karakter, yaitu bad character dan good suffix. Dengan pendekatan ini, proses pencarian tidak dilakukan secara berurutan, melainkan dapat melewati beberapa karakter sekaligus. (Rendi Syaputra, 2021) menyatakan bahwa algoritma Boyer-Moore mampu mempercepat proses pencarian teks dibandingkan metode konvensional, terutama pada data berukuran besar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah sistem pembelajaran digital berbasis web yang mampu mengelola data akademik secara terpadu serta dilengkapi dengan fitur pencarian yang efisien. (Rachmat, 2026) Sistem pembelajaran berbasis web mampu meningkatkan efektivitas dalam mengelola informasi dan membantu proses belajar menjadi lebih terorganisir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang serta membangun sistem e-learning berbasis web dengan menerapkan algoritma Boyer-Moore agar dapat meningkatkan kecepatan dan ketepatan dalam pencarian data. Selain itu, (Edy, 2024) menyatakan bahwa penerapan algoritma pencarian yang tepat mampu meningkatkan efisiensi sistem dalam menemukan informasi secara cepat dan akurat. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pembelajaran di SMP Darussalam Ciputat menjadi lebih baik dan organisir.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan serangkaian tahapan sistematis yang digunakan untuk memperoleh data, mengidentifikasi permasalahan, merancang solusi, serta mengevaluasi hasil penelitian agar tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai. Penelitian ini berfokus pada penerapan algoritma Boyer–Moore dalam sistem pembelajaran digital berbasis web di SMP Darussalam Ciputat. Penelitian dilakukan untuk mengatasi kendala dalam pengelolaan materi pembelajaran dan mempermudah siswa dalam menemukan informasi yang relevan berdasarkan kata kunci tertentu. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu observasi, wawancara, dan studi pustaka. Selanjutnya, proses pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), yang memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap melalui perencanaan kebutuhan, perancangan, konstruksi, serta implementasi dan pengujian.(Sondang, 2024)

a. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap objek penelitian untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi dan proses yang sedang berlangsung. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan di SMP Darussalam Ciputat dengan berfokus pada proses pengelolaan materi pembelajaran, pendistribusian tugas, serta akses siswa terhadap informasi akademik. Pengamatan diarahkan untuk mengidentifikasi bagaimana materi disediakan oleh guru, bagaimana siswa memperoleh materi tersebut, dan kendala yang muncul ketika siswa membutuhkan informasi tertentu dari bahan pembelajaran.

Melalui observasi tersebut, peneliti mengidentifikasi kebutuhan akan sistem pembelajaran digital yang dapat mengintegrasikan pengelolaan materi dan menyediakan fasilitas pencarian berdasarkan kata kunci. Fitur

pencarian menjadi salah satu kebutuhan utama karena siswa perlu menemukan topik tertentu tanpa harus membuka dan memeriksa dokumen pembelajaran satu per satu. Hasil observasi digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan fungsional sistem, khususnya fitur pengelolaan materi, akses pembelajaran bagi siswa, serta pencarian teks menggunakan algoritma Boyer–Moore. Dengan demikian, rancangan sistem diharapkan sesuai dengan permasalahan yang ditemukan pada proses pembelajaran.

b. Wawancara
Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui komunikasi langsung dengan pihak yang berkaitan dengan objek penelitian. Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan guru dan staf sekolah untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan pengelolaan pembelajaran, kendala dalam penyediaan materi, serta harapan terhadap sistem pembelajaran digital yang akan dikembangkan. Informasi yang diperoleh digunakan untuk melengkapi hasil observasi dan memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai kebutuhan pengguna.

Aspek yang menjadi perhatian dalam wawancara meliputi proses penyampaian materi kepada siswa, pengelolaan data pembelajaran, kemudahan akses terhadap materi, serta kebutuhan terhadap fitur pencarian informasi. Masukan dari pihak sekolah digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan fungsi yang perlu tersedia di dalam sistem. Hasil wawancara kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi permasalahan utama dan kebutuhan pengguna. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menyusun spesifikasi sistem agar fitur yang dikembangkan tidak hanya berorientasi pada penerapan algoritma, tetapi juga mendukung proses pembelajaran dan kemudahan penggunaan oleh guru maupun siswa.

c. Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah yang relevan dengan topik penelitian, seperti jurnal ilmiah, buku, dokumentasi teknis, dan penelitian terdahulu. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori yang mendukung pengembangan sistem pembelajaran digital berbasis web dan penerapan algoritma Boyer–Moore sebagai metode pencarian teks. Kajian literatur juga digunakan untuk memahami karakteristik algoritma, mekanisme pencocokan karakter, serta penerapannya dalam proses pencarian informasi pada dokumen digital.
Dalam penelitian ini, studi pustaka difokuskan pada tiga aspek utama. Pertama, konsep sistem pembelajaran digital atau e-learning, terutama dalam mendukung penyediaan dan pengaksesan materi pembelajaran secara terstruktur. Kedua, algoritma Boyer–Moore, yang melakukan pencocokan pola dengan memeriksa karakter dari kanan ke kiri dan memanfaatkan aturan pergeseran untuk menentukan posisi pencarian berikutnya ketika terjadi ketidakcocokan. Ketiga, metode pengembangan perangkat lunak RAD yang digunakan untuk mengorganisasi tahapan pembangunan sistem. Hasil kajian pustaka digunakan untuk menyusun landasan konseptual, mendukung pemilihan metode penelitian, dan menjadi dasar dalam menjelaskan hasil implementasi serta pengujian sistem. Penggunaan penelitian terdahulu juga membantu menempatkan penelitian ini dalam konteks pengembangan sistem pencarian teks dan pembelajaran digital yang telah dilakukan sebelumnya.

d. Pengembangan Sistem Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)
Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), yaitu pendekatan pengembangan perangkat lunak yang menekankan proses pembangunan secara bertahap, keterlibatan pengguna, serta penyempurnaan rancangan berdasarkan kebutuhan sistem. Metode RAD dipilih karena pengembangan sistem pembelajaran digital memerlukan identifikasi kebutuhan, perancangan fitur, implementasi program, dan pengujian agar aplikasi dapat digunakan sesuai tujuan penelitian. Dalam penelitian ini, tahapan RAD terdiri atas requirement planning, user design, construction, dan cutover.(Rendi Syaputra, 2021)

2.1 Alur Penelitian dan Metode RAD

Penelitian ini menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) sebagai pendekatan dalam pengembangan sistem pembelajaran digital berbasis web di SMP Darussalam Ciputat. RAD merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang menekankan proses pembangunan aplikasi secara cepat, terstruktur, dan fleksibel melalui tahapan perencanaan kebutuhan, perancangan sistem, konstruksi, serta implementasi dan pengujian. Pemilihan metode ini didasarkan pada kebutuhan untuk menghasilkan sistem yang sesuai dengan permasalahan pengguna sekaligus memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap berdasarkan rancangan yang telah ditetapkan.(Rachmat, 2026)

Dalam pengembangan sistem pembelajaran digital, metode RAD digunakan untuk mengarahkan proses penerjemahan kebutuhan akademik ke dalam fungsi aplikasi yang dapat digunakan oleh admin, guru, dan siswa. Sistem tidak hanya dirancang sebagai media penyimpanan dan penyampaian materi pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana untuk mempermudah siswa dalam memperoleh informasi yang terdapat di dalam materi. Oleh karena itu, penerapan algoritma Boyer–Moore menjadi bagian penting dalam proses konstruksi, khususnya pada modul pencarian teks yang memungkinkan siswa menemukan materi berdasarkan kata kunci tertentu.(Nurman Hidayat & Kusuma Hati, 2021)

Alur penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan dalam pengelolaan dan pencarian materi pembelajaran. Permasalahan tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan kebutuhan sistem, baik dari sisi fungsi maupun kebutuhan teknis. Hasil analisis digunakan dalam proses perancangan arsitektur aplikasi, pemodelan interaksi pengguna, dan penyusunan struktur basis data. Setelah rancangan ditetapkan, pengembangan dilanjutkan ke tahap pemrograman dan integrasi algoritma Boyer–Moore. Sistem yang telah dibangun selanjutnya diuji untuk memeriksa kesesuaian fungsi dengan kebutuhan yang telah ditentukan.(Ahdan et al., 2021)

Secara umum, metode RAD dalam penelitian ini terdiri atas empat fase utama, yaitu *Requirement Planning*, *User Design*, *Construction*, dan *Cutover*. Keempat fase tersebut memiliki fungsi yang saling berkaitan. Hasil dari setiap fase menjadi dasar pelaksanaan fase berikutnya sehingga pengembangan sistem dapat berjalan secara sistematis, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi hasil implementasi.(Alawiyah & Ramadhan, 2023)

1. Requirement Planning (Perencanaan Kebutuhan)

Tahap *Requirement Planning* merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan, menetapkan tujuan pengembangan, serta menentukan kebutuhan sistem pembelajaran digital yang akan dibangun. Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan informasi melalui observasi terhadap proses pembelajaran di SMP Darussalam Ciputat dan wawancara dengan pihak yang berkaitan dengan pengelolaan materi pembelajaran. Proses tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai alur penyediaan materi oleh guru, cara siswa mengakses informasi pembelajaran, serta kendala yang muncul ketika pengguna membutuhkan materi tertentu.

Hasil pengumpulan informasi digunakan untuk menentukan ruang lingkup sistem dan menyusun kebutuhan fungsional. Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang berkaitan dengan layanan atau aktivitas yang harus dapat dilakukan oleh aplikasi. Dalam penelitian ini, kebutuhan tersebut mencakup autentikasi pengguna, pengelolaan data pengguna, pengelolaan mata pelajaran, pengunggahan materi pembelajaran, akses materi bagi siswa, pengelolaan tugas, serta pencarian materi berdasarkan kata kunci. Setiap fungsi dirancang agar mendukung kegiatan pembelajaran dan dapat diakses sesuai dengan hak pengguna masing-masing.

Sistem memiliki tiga jenis pengguna utama, yaitu admin, guru, dan siswa. Admin berperan dalam pengelolaan data pengguna dan kebutuhan administratif sistem. Guru berperan dalam menyediakan materi pembelajaran dan mengelola informasi pembelajaran sesuai dengan kewenangannya. Sementara itu, siswa berperan sebagai pengguna yang mengakses materi dan memanfaatkan fitur pencarian untuk menemukan informasi yang diperlukan. Pembagian hak akses tersebut ditetapkan agar aktivitas setiap pengguna memiliki batasan yang jelas dan pengelolaan sistem dapat dilakukan secara terstruktur.(Santoso & Amanullah, 2022)

Selain kebutuhan fungsional, tahap ini juga mempertimbangkan kebutuhan nonfungsional. Kebutuhan nonfungsional berkaitan dengan karakteristik kualitas sistem, seperti kemudahan penggunaan, keteraturan penyimpanan data, konsistensi informasi, serta kemampuan aplikasi untuk memberikan respons yang sesuai terhadap masukan pengguna. Antarmuka direncanakan agar mudah dipahami oleh pengguna dengan tingkat kemampuan teknologi yang berbeda. Di sisi lain, struktur basis data perlu mendukung penyimpanan dan pengambilan informasi pembelajaran secara terorganisasi.

Perhatian khusus diberikan pada kebutuhan pencarian materi. Dalam proses pembelajaran, siswa tidak selalu mengetahui judul dokumen yang memuat informasi yang dibutuhkan. Siswa dapat saja hanya mengingat suatu istilah, konsep, atau kata kunci yang terdapat di dalam isi materi. Oleh sebab itu, sistem dirancang untuk menyediakan pencarian berdasarkan teks materi, bukan hanya berdasarkan judul. Kebutuhan ini menjadi alasan

penerapan algoritma Boyer–Moore sebagai metode pencocokan pola terhadap teks pada materi pembelajaran yang tersedia di sistem.

Pada tahap perencanaan juga ditentukan batasan penelitian agar proses pengembangan tetap berfokus pada tujuan utama. Penelitian diarahkan pada pembangunan sistem pembelajaran digital berbasis web dan penerapan algoritma Boyer–Moore dalam fitur pencarian materi. Evaluasi dilakukan berdasarkan kesesuaian fungsi aplikasi dan pemeriksaan proses pencarian sesuai dengan implementasi yang dikembangkan. Dengan demikian, hasil tahap *Requirement Planning* berupa identifikasi permasalahan, penetapan ruang lingkup, kebutuhan pengguna, kebutuhan teknis, dan spesifikasi awal sistem yang menjadi pedoman dalam proses perancangan.

2. User Design (Perancangan Sistem)

Tahap *User Design* merupakan proses penyusunan rancangan sistem berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Perancangan dilakukan untuk menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi, bagaimana aktivitas sistem berlangsung, serta bagaimana data disimpan dan dihubungkan satu sama lain. Tahap ini penting karena rancangan yang jelas dapat membantu mengurangi ketidaksesuaian antara kebutuhan pengguna dan implementasi program.

Dalam penelitian ini, perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), yaitu bahasa pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan struktur dan perilaku sistem perangkat lunak. UML membantu menjelaskan hubungan antara pengguna, proses, dan komponen aplikasi melalui representasi visual. Diagram yang digunakan dalam rancangan meliputi *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Class Diagram*, sesuai dengan kebutuhan pemodelan sistem.

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dan fungsi yang tersedia dalam aplikasi. Aktor utama terdiri atas admin, guru, dan siswa. Diagram ini memperlihatkan fungsi yang dapat dijalankan oleh setiap aktor berdasarkan hak aksesnya. Admin berkaitan dengan pengelolaan data administratif, guru berkaitan dengan pengelolaan materi pembelajaran, sedangkan siswa berkaitan dengan akses materi dan penggunaan fitur pencarian. Pemodelan ini membantu memastikan bahwa fungsi aplikasi memiliki pengguna dan tujuan yang jelas.

Selanjutnya, *Activity Diagram* digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas dalam suatu proses. Pada fitur pencarian, alur aktivitas dapat dimulai ketika siswa membuka halaman pencarian, memasukkan kata kunci, dan mengirimkan permintaan pencarian. Sistem kemudian memvalidasi masukan, mengambil data materi yang relevan dari basis data, menjalankan proses pencocokan teks, dan menampilkan hasil yang sesuai. Apabila tidak ditemukan kecocokan, sistem memberikan informasi bahwa materi yang sesuai dengan kata kunci tidak tersedia. Pemodelan aktivitas tersebut membantu menjelaskan hubungan antara tindakan pengguna dan respons sistem.

Sequence Diagram digunakan untuk menggambarkan urutan komunikasi antara pengguna dan komponen sistem selama suatu proses berlangsung. Dalam proses pencarian, interaksi dapat melibatkan siswa sebagai pengguna, halaman pencarian sebagai antarmuka, modul pemrosesan pencarian sebagai pengelola logika aplikasi, serta basis data sebagai penyedia teks materi. Diagram ini membantu menjelaskan bagaimana permintaan pencarian diteruskan, bagaimana data materi diperoleh, dan bagaimana hasil pemrosesan dikembalikan kepada pengguna.

Sementara itu, *Class Diagram* digunakan untuk menggambarkan struktur kelas, atribut, operasi, dan hubungan antarkelas apabila sistem dimodelkan menggunakan pendekatan berorientasi objek. Dalam penelitian ini, diagram tersebut perlu disesuaikan dengan rancangan program yang sebenarnya. Untuk menggambarkan penyimpanan data secara relasional, struktur tabel basis data dapat dilengkapi dengan diagram relasi entitas atau *Entity Relationship Diagram* (ERD). Pemisahan fungsi pemodelan ini membantu menjelaskan perbedaan antara struktur perangkat lunak dan hubungan data yang disimpan dalam basis data.

Perancangan basis data dilakukan untuk memastikan informasi pengguna, mata pelajaran, materi pembelajaran, dan data pendukung lainnya tersimpan secara terstruktur. Hubungan antartabel dirancang agar data dapat diakses sesuai kebutuhan fungsi aplikasi dan mengurangi ketidakkonsistenan informasi. Struktur basis data

juga menjadi dasar dalam proses pengambilan teks materi yang akan diperiksa oleh algoritma Boyer–Moore. Dengan demikian, proses pencarian tidak berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari alur pengolahan data yang terintegrasi dengan sistem pembelajaran digital.

Selain pemodelan proses dan data, tahap *User Design* mencakup perancangan antarmuka pengguna. Antarmuka dirancang agar setiap fungsi dapat ditemukan dan digunakan dengan mudah. Halaman siswa perlu menyediakan akses terhadap daftar materi, informasi materi, dan kolom pencarian kata kunci. Halaman guru dan admin disesuaikan dengan fungsi pengelolaan yang dimiliki masing-masing. Konsistensi tata letak, kejelasan label, dan keteraturan navigasi menjadi pertimbangan agar pengguna dapat menjalankan aktivitas tanpa menghadapi alur penggunaan yang rumit.

Pada bagian pencarian, rancangan antarmuka memperhatikan kemudahan memasukkan kata kunci dan memahami hasil pencarian. Hasil dapat disajikan dalam bentuk daftar materi yang relevan, disertai informasi pendukung seperti judul, deskripsi, atau informasi pengunggah apabila tersedia dalam sistem. Rancangan ini bertujuan agar hasil pencarian tidak hanya menunjukkan keberadaan kata kunci, tetapi juga membantu siswa menentukan materi yang sesuai dengan kebutuhannya.

Rancangan yang dihasilkan pada tahap *User Design* kemudian digunakan sebagai acuan implementasi. Apabila selama konstruksi ditemukan ketidaksesuaian antara rancangan dan kebutuhan sistem, bagian yang berkaitan perlu diperiksa dan disesuaikan. Dengan demikian, tahap perancangan berperan sebagai penghubung antara identifikasi kebutuhan dan realisasi aplikasi, sekaligus memastikan bahwa integrasi algoritma Boyer–Moore sesuai dengan alur penggunaan sistem.(Ahmad Al-hafiz Sagala, 2024)

3. Construction (Konstruksi dan Pemrograman)

Tahap *Construction* merupakan tahap penerjemahan rancangan sistem ke dalam bentuk program yang dapat dijalankan. Pada tahap ini, komponen aplikasi dibangun berdasarkan kebutuhan fungsional, rancangan antarmuka, pemodelan proses, dan struktur basis data yang telah ditetapkan. Pengembangan sistem pembelajaran digital dilakukan menggunakan PHP sebagai bahasa pemrograman sisi server dan MySQL sebagai sistem pengelolaan basis data. HTML, CSS, dan JavaScript digunakan untuk mendukung penyusunan serta interaksi antarmuka web.

Implementasi dimulai dengan membangun fungsi dasar sistem, seperti autentikasi pengguna, pengelolaan data pengguna, pengelolaan mata pelajaran, serta pengelolaan materi pembelajaran. Fungsi autentikasi digunakan untuk memeriksa identitas pengguna sebelum mengakses fitur tertentu. Pengelolaan materi memungkinkan guru menyediakan informasi pembelajaran yang kemudian dapat diakses siswa melalui aplikasi. Data yang tersimpan dalam basis data digunakan untuk mendukung penyajian materi dan proses pencarian.

Dalam implementasi tersebut, pemisahan antara antarmuka, logika aplikasi, dan penyimpanan data membantu menjaga keteraturan program. Antarmuka menerima masukan dari pengguna, logika aplikasi memproses permintaan sesuai aturan yang ditentukan, sedangkan basis data menyediakan informasi yang dibutuhkan. Pembagian tanggung jawab ini mempermudah penelusuran kesalahan ketika suatu fungsi tidak memberikan keluaran yang diharapkan. Selain itu, validasi masukan diperlukan untuk menangani kondisi seperti kolom pencarian kosong atau kata kunci yang tidak sesuai dengan ketentuan sistem.

Komponen utama yang menjadi fokus penelitian adalah modul pencarian teks berbasis algoritma Boyer–Moore. Algoritma ini merupakan metode pencocokan pola yang dirancang untuk menemukan kemunculan suatu rangkaian karakter di dalam teks. Dalam konteks sistem pembelajaran digital, kata kunci yang dimasukkan siswa berperan sebagai pola (*pattern*), sedangkan teks yang terdapat dalam materi pembelajaran berperan sebagai teks pencarian. Proses tersebut bertujuan untuk menemukan apakah kata kunci muncul di dalam materi dan menentukan posisi kemunculannya apabila fungsi pencarian mengembalikan indeks kecocokan.

Secara umum, proses pencarian dimulai ketika siswa memasukkan kata kunci pada halaman yang tersedia. Sistem memeriksa masukan tersebut, kemudian mengambil teks materi yang akan diproses. Kata kunci dan teks selanjutnya diteruskan ke fungsi pencarian Boyer–Moore. Sebelum proses pencocokan dilakukan, algoritma menyiapkan informasi yang diperlukan untuk menentukan pergeseran pola. Pola kemudian ditempatkan pada posisi awal teks dan karakter-karakternya diperiksa dari kanan ke kiri.

Apabila karakter yang dibandingkan memiliki nilai yang sama, pemeriksaan dilanjutkan ke karakter di sebelah kirinya. Proses ini berlangsung sampai seluruh karakter pola cocok dengan bagian teks yang diperiksa atau sampai ditemukan ketidakcocokan. Ketika terjadi ketidakcocokan, algoritma menentukan pergeseran pola berdasarkan aturan yang diterapkan pada implementasi. Aturan tersebut memungkinkan pola berpindah melewati sejumlah posisi yang tidak perlu diperiksa kembali, sehingga pencarian berpotensi mengurangi jumlah perbandingan karakter dibandingkan pemeriksaan berurutan pada setiap posisi.

Perlu diperhatikan bahwa mekanisme pergeseran yang digunakan harus sesuai dengan kode program yang diterapkan. Apabila implementasi menggunakan aturan *Bad Character*, penentuan pergeseran didasarkan pada karakter teks yang menyebabkan ketidakcocokan dan informasi posisi kemunculan karakter dalam pola. Sementara itu, *Good Suffix* merupakan aturan tambahan yang memanfaatkan bagian akhir pola yang telah cocok. Kedua aturan tersebut merupakan komponen yang dikenal dalam algoritma Boyer–Moore, tetapi penggunaannya dalam program perlu dijelaskan berdasarkan implementasi aktual.

Setelah fungsi pencarian memperoleh hasil, sistem memanfaatkan hasil tersebut untuk menentukan materi yang akan ditampilkan kepada siswa. Materi yang memuat kata kunci dapat disajikan sebagai hasil pencarian, sedangkan materi yang tidak memenuhi kriteria pencocokan tidak dimasukkan ke dalam hasil yang relevan. Sistem kemudian menampilkan informasi pendukung agar siswa dapat mengenali materi yang ditemukan. Proses ini menghubungkan mekanisme pencocokan string dengan kebutuhan praktis dalam mengakses informasi pembelajaran.

Selain pencocokan teks, implementasi perlu memperhatikan penanganan masukan dan kondisi khusus. Kata kunci yang kosong sebaiknya tidak diproses sebagai pencarian normal. Teks materi yang kosong juga perlu dilewati atau ditangani secara khusus agar tidak menghasilkan kesalahan. Perbedaan huruf kapital dan huruf kecil perlu dikelola secara konsisten apabila sistem dirancang untuk melakukan pencarian tanpa membedakan kapitalisasi. Apabila normalisasi dilakukan, teks dan kata kunci perlu diproses dengan aturan yang sepadan sebelum pencocokan agar hasil yang diperoleh tetap konsisten.

Konstruksi sistem tidak hanya berfokus pada penyelesaian fungsi, tetapi juga pada pemeriksaan kesesuaian implementasi dengan rancangan. Pemeriksaan dilakukan terhadap hubungan antarkomponen, pengambilan data, pemrosesan kata kunci, serta penyajian hasil pencarian. Kesalahan pada salah satu bagian dapat memengaruhi keseluruhan proses. Sebagai contoh, apabila teks materi tidak tersimpan atau tidak diambil dengan benar, algoritma tidak dapat memeriksa isi materi secara tepat. Oleh karena itu, integrasi antara basis data, logika pencarian, dan antarmuka menjadi bagian penting dalam tahap konstruksi.

Hasil tahap *Construction* berupa aplikasi pembelajaran digital yang mengintegrasikan fungsi pengelolaan materi dengan fitur pencarian berbasis algoritma Boyer–Moore. Implementasi ini menjadi dasar bagi tahap selanjutnya, yaitu pemeriksaan fungsionalitas dan evaluasi kesesuaian sistem terhadap kebutuhan penelitian.(Rendi Syaputra, 2021)

4. Cutover (Implementasi dan Pengujian)

Tahap *Cutover* merupakan tahap penerapan sistem dan evaluasi untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah dikembangkan dapat menjalankan fungsi sesuai dengan kebutuhan dan rancangan awal. Pada tahap ini, sistem diperiksa melalui skenario pengujian yang mencakup proses autentikasi, pengelolaan data, pengunggahan materi, akses siswa terhadap materi, serta penggunaan fitur pencarian. Pengujian diperlukan untuk memastikan bahwa fungsi yang telah diimplementasikan memberikan respons yang sesuai terhadap masukan pengguna dan kondisi yang dihadapi aplikasi.

Salah satu metode yang digunakan dalam pengujian fungsional adalah *Black Box Testing*. Metode ini berfokus pada pemeriksaan masukan dan keluaran sistem tanpa mengharuskan penguji menelaah struktur internal program secara langsung. Setiap fitur diuji berdasarkan skenario yang telah ditentukan, kemudian hasil aktual dibandingkan dengan hasil yang diharapkan. Skenario pengujian dapat meliputi login dengan data yang valid, penanganan login yang tidak valid, penambahan materi, akses daftar materi, pencarian menggunakan kata kunci yang ditemukan, pencarian menggunakan kata kunci yang tidak ditemukan, serta penanganan kolom pencarian kosong.

Pengujian fitur pencarian menjadi bagian penting karena fungsi tersebut merupakan fokus penerapan algoritma Boyer–Moore dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan memasukkan kata kunci yang diketahui terdapat di dalam teks materi dan memeriksa apakah sistem menampilkan materi yang sesuai. Selain itu, kata kunci yang tidak terdapat dalam materi digunakan untuk memeriksa apakah sistem dapat menangani kondisi tanpa kecocokan dengan benar. Pengujian juga dapat dilakukan menggunakan kata kunci dengan variasi panjang dan posisi kemunculan untuk memeriksa konsistensi hasil pencarian.

Untuk memeriksa aspek logika internal, penelitian juga menggunakan pendekatan *White Box Testing*. Berbeda dari *Black Box Testing*, pendekatan ini menitikberatkan pada struktur alur program dan jalur eksekusi kode. Pada fungsi pencarian Boyer–Moore, pemeriksaan dapat diarahkan pada validasi parameter, pembentukan informasi pergeseran, perbandingan karakter dari kanan ke kiri, penentuan pergeseran ketika terjadi ketidakcocokan, pengulangan proses pencarian, dan pengembalian hasil. Pemeriksaan tersebut membantu mengidentifikasi kemungkinan kesalahan pada kondisi tertentu yang tidak selalu terlihat melalui pengujian antarmuka.

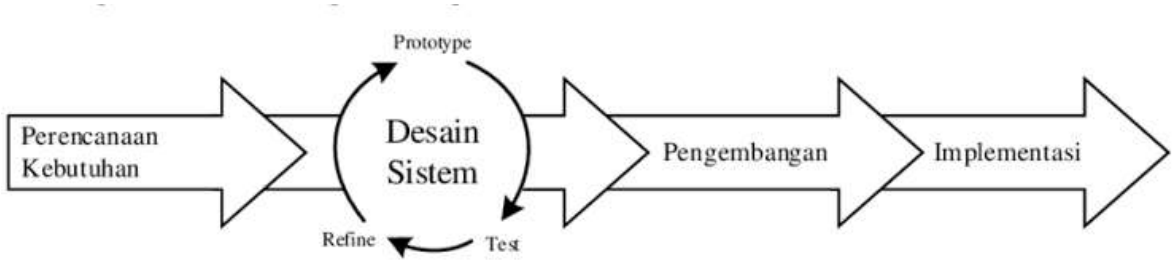
Apabila analisis struktur kontrol digunakan, *White Box Testing* dapat dilengkapi dengan *Control Flow Graph* (CFG) untuk menggambarkan hubungan antartitik keputusan dan alur eksekusi program. Berdasarkan graf tersebut, kompleksitas siklomatik (*Cyclomatic Complexity*) dapat dihitung untuk memperkirakan jumlah jalur independen yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan pengujian. Nilai kompleksitas harus diperoleh dari analisis kode program yang benar-benar digunakan, bukan ditentukan hanya berdasarkan perkiraan. Setiap jalur yang direncanakan perlu diperiksa untuk memastikan bahwa kondisi percabangan dan perulangan utama telah diuji.

Selain pengujian fungsional dan pemeriksaan logika internal, evaluasi terhadap proses pencarian dapat dilakukan melalui pengamatan waktu eksekusi apabila pengukuran kinerja menjadi bagian dari tujuan penelitian. Pengukuran tersebut harus menggunakan data teks, kata kunci, lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak, serta prosedur pengujian yang terdokumentasi. Waktu pencarian dapat dipengaruhi oleh panjang teks, panjang pola, posisi kemunculan kata kunci, jumlah materi yang diproses, kondisi server, dan beban sistem pada saat pengujian. Oleh karena itu, satu hasil pengukuran saja tidak cukup untuk menyimpulkan bahwa algoritma selalu memberikan waktu pencarian yang lebih cepat dalam semua kondisi.

Dalam penelitian ini, hasil pengujian digunakan untuk menilai kesesuaian fungsi aplikasi dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Setiap skenario dicatat berdasarkan masukan, keluaran yang diharapkan, keluaran aktual, dan status pengujian. Apabila ditemukan ketidaksesuaian, proses penelusuran dilakukan untuk menentukan sumber masalah, baik pada antarmuka, logika aplikasi, pengambilan data, maupun fungsi pencarian. Perbaikan kemudian dilakukan dan fungsi terkait diuji kembali untuk memeriksa apakah masalah telah terselesaikan.

Tahap *Cutover* menjadi dasar untuk menyimpulkan sejauh mana sistem pembelajaran digital yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pengguna. Hasil pengujian fungsional menunjukkan kesesuaian fitur terhadap skenario yang diperiksa, sedangkan pengujian logika internal membantu menilai alur eksekusi fungsi pencarian. Apabila pengukuran waktu dilakukan, hasilnya dapat digunakan untuk memberikan gambaran kinerja pencarian dalam kondisi pengujian yang ditentukan. Ketiga aspek tersebut perlu dibahas secara terpisah agar kesimpulan mengenai keberhasilan fungsi, ketepatan algoritma, dan kinerja sistem tidak tercampur.

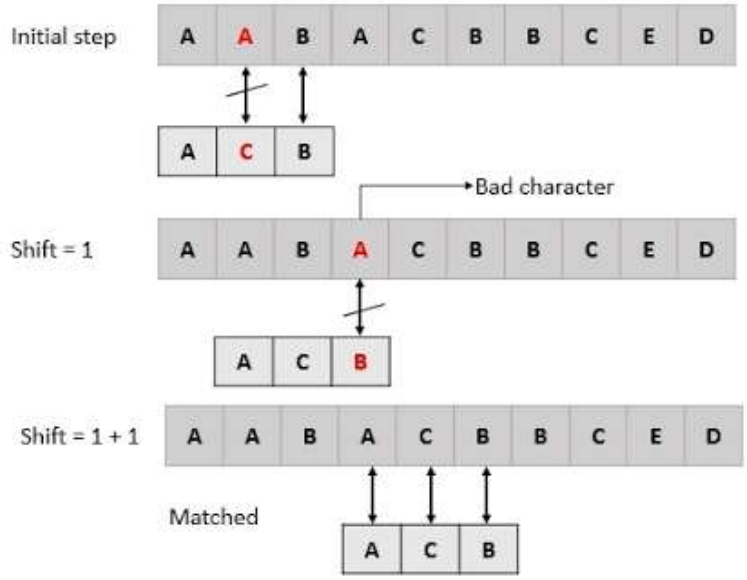
Secara keseluruhan, penerapan metode RAD dalam penelitian ini memberikan kerangka kerja untuk mengembangkan sistem pembelajaran digital secara bertahap. Tahap *Requirement Planning* menetapkan permasalahan dan kebutuhan, *User Design* menerjemahkan kebutuhan menjadi rancangan, *Construction* merealisasikan rancangan melalui pemrograman dan integrasi algoritma Boyer–Moore, sedangkan *Cutover* memeriksa kesesuaian hasil implementasi. Melalui alur tersebut, pengembangan sistem diarahkan untuk menghasilkan aplikasi yang mendukung pengelolaan materi dan mempermudah siswa dalam menemukan informasi pembelajaran berdasarkan kata kunci.



Gambar 1. Tahapan Metode RAD

2.2. Tahapan Kerja Algoritma Boyer–Moore

Implementasi pencarian string pada sistem pembelajaran digital ini menggunakan Algoritma Boyer–Moore untuk mencocokkan pola (pattern) P berpanjang m terhadap teks dokumen materi T berpanjang n. Pencocokan dilakukan dari arah kanan ke kiri (j = m - 1). Apabila terjadi ketidakcocokan (mismatch), sistem menghitung besar langkah pergeseran (shift) menggunakan Bad Character Rule:

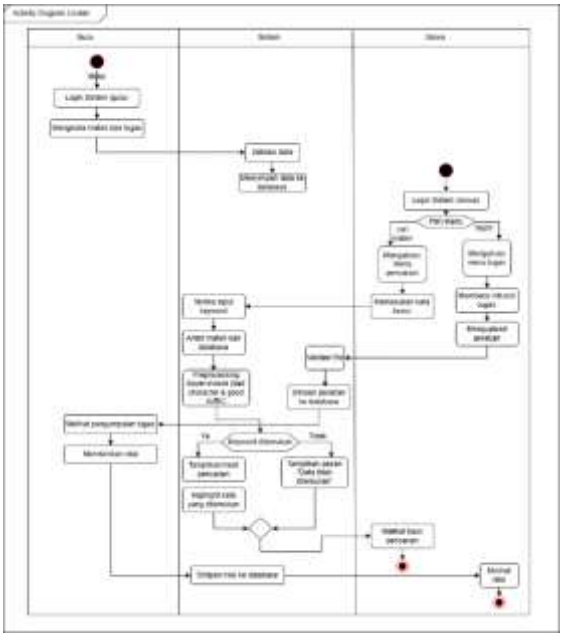


Gambar 2. Algoritma Boyer-Moore

Dengan pergeseran tersebut, algoritma dapat melompati karakter yang tidak relevan sehingga proses pencarian kata kunci di dalam dokumen teks materi pembelajaran menjadi jauh lebih cepat dan efisien dibandingkan metode pemindaian sekuensial biasa. Data teks materi yang diunggah oleh guru diproses secara otomatis oleh sistem untuk diindeks dan dicocokkan dengan kata kunci yang dimasukkan oleh siswa di SMP Darussalam Ciputat.(Nabila Rahmi Arifa, 2023)

2.3. Perancangan Sistem dan Basis Data

Sistem dimodelkan menggunakan diagram UML (*Use Case*, *Activity*, *Sequence*, dan *Class Diagram*) untuk menggambarkan alur kerja pengelolaan data pengguna, pengunggahan materi, hingga eksekusi pencarian teks berbasis algoritma Boyer–Moore. Struktur data dirancang secara relasional hingga tingkat 3NF (*Third Normal Form*) guna mendukung efisiensi kueri basis data. Pengembangan aplikasi web menggunakan pemrosesan *server-side* PHP, basis data MySQL, serta antarmuka HTML, CSS, dan JavaScript untuk mengeksekusi fitur pembelajaran dan pencarian secara terintegrasi.



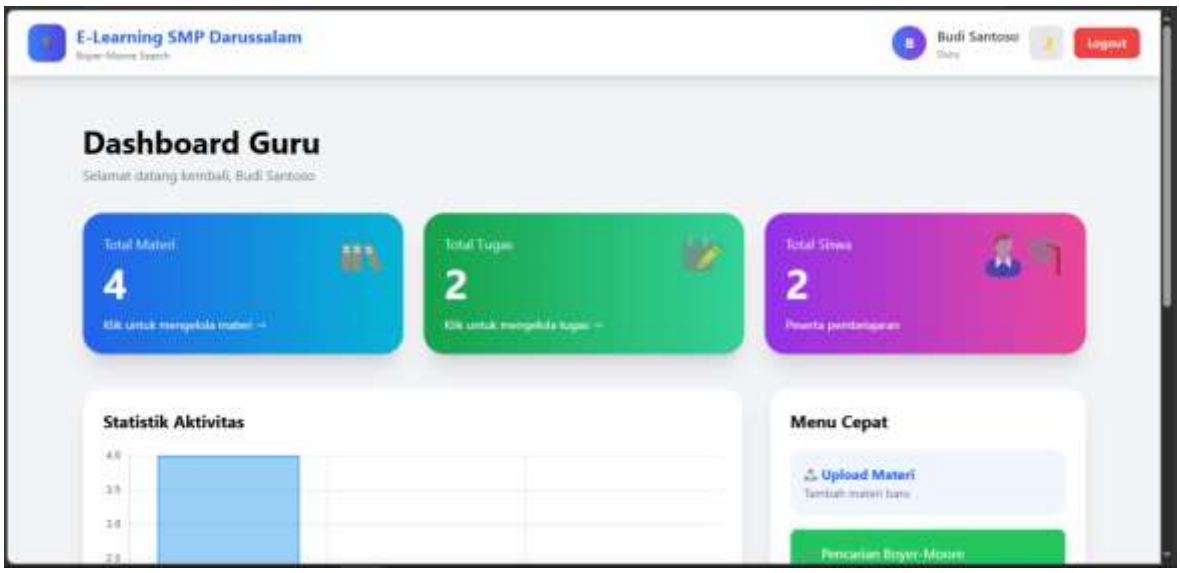
Gambar 3. Sistem Usulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Antarmuka Sistem Pembelajaran Digital

Aplikasi sistem pembelajaran digital di SMP Darussalam Ciputat berhasil diimplementasikan secara penuh menggunakan bahasa pemrograman PHP, basis data MySQL, serta antarmuka berbasis HTML, CSS, dan JavaScript. Sistem ini dirancang untuk memfasilitasi interaksi akademik yang terstruktur antara tiga peran utama: Admin, Guru, dan Siswa.(Nita, 2024)

Gambar di bawah menampilkan antarmuka utama sistem pembelajaran digital. Antarmuka dirancang secara responsif dan intuitif: panel navigasi dan menu utama memfasilitasi Admin dan Guru untuk mengelola data pengguna, mata pelajaran, serta mengunggah dokumen materi dan tugas; sedangkan bagi siswa, sistem menyediakan halaman akses materi serta fitur pencarian teks interaktif berbasis Algoritma Boyer–Moore yang memungkinkan penelusuran kata kunci secara cepat dan akurat di dalam dokumen materi pembelajaran.(Ikhsani et al., 2022)



Gambar 4. Implementasi Sistem

3.2. Evaluasi Fitur Pencarian Algoritma Boyer–Moore

Sebagai ilustrasi, pengujian pencarian string menggunakan metode Boyer–Moore dilakukan terhadap dokumen materi teks pembelajaran untuk menguji efisiensi penelusuran kata kunci (pattern). Berdasarkan pendekatan pencocokan dari kanan ke kiri menggunakan Bad Character Rule, sistem mampu memindai dokumen dan mengembalikan posisi indeks kemunculan kata kunci secara tepat tanpa harus memindai seluruh karakter satu per satu dari awal dokumen secara sekuensial. Hal ini membuktikan bahwa penerapan algoritma Boyer–Moore berhasil meningkatkan kecepatan dan ketepatan pencarian informasi bagi siswa di SMP Darussalam Ciputat.(Harpad & Salmon, 2021)

3.3. Pengujian Fungsionalitas dan Analisis Logika Sistem

Evaluasi kelayakan sistem dilakukan melalui pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black Box Testing dan pengujian struktur logika internal menggunakan White Box Testing. Berdasarkan pengujian Black Box, seluruh skenario fungsional utama pada aplikasi pembelajaran digital di SMP Darussalam Ciputat—yang meliputi proses autentikasi login berdasarkan hak akses (Admin, Guru, dan Siswa), manajemen data mata pelajaran, pengunggahan dokumen materi oleh guru, pengiriman tugas, hingga eksekusi fitur pencarian teks berbasis algoritma Boyer–Moore—telah diuji dan menghasilkan status 100% Valid. Setiap masukan (input) yang diberikan pengguna terbukti menghasilkan tanggapan luaran (output) yang sesuai dengan spesifikasi rancangan perangkat lunak.(Rachmat, 2026)

Selain pengujian fungsionalitas antarmuka, pengujian White Box dilakukan secara spesifik pada fungsi inti pencarian algoritma Boyer–Moore untuk mengukur tingkat kompleksitas logika kode program. Berdasarkan analisis Control Flow Graph dari alur eksekusi program, diperoleh nilai Cyclomatic Complexity = 6. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat 6 jalur independen (independent paths) utama dalam modul pencarian, yang mencakup jalur validasi parameter teks dan pola, inisialisasi tabel karakter, perulangan pergeseran (shift loop), evaluasi pencocokan karakter dari kanan ke kiri, hingga mekanisme pengembalian hasil indeks (return result). Pengujian membuktikan bahwa seluruh jalur independen tersebut berhasil dieksekusi dengan sempurna tanpa ditemukan adanya galat logika, sehingga keandalan teknis dari implementasi algoritma Boyer–Moore pada sistem pembelajaran digital ini terbukti stabil dan akurat.(Ramadhani et al., 2023).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang, membangun, dan mengevaluasi sistem pembelajaran digital berbasis web di SMP Darussalam Ciputat guna mengatasi kendala pengelolaan materi dan proses pencarian informasi konvensional yang lambat serta kurang terstruktur. Dengan mengintegrasikan metodologi Rapid Application Development (RAD) untuk pemodelan perangkat lunak, arsitektur berbasis peran (Admin, Guru, dan Siswa), serta penerapan Algoritma Boyer–Moore pada modul pencarian teks, sistem terbukti mampu memproses penelusuran kata kunci dokumen materi secara cepat, efektif, dan akurat. Evaluasi kualitas logika internal menggunakan White Box Testing dan analisis Cyclomatic Complexity mencatatkan nilai sebesar 6, yang membuktikan bahwa seluruh jalur independen pada fungsi pencarian berhasil dieksekusi dengan sempurna tanpa galat logika program. Selain itu, pengujian fungsionalitas melalui Black Box Testing mengonfirmasi bahwa seluruh fitur utama aplikasi berjalan dengan tingkat validitas 100% sesuai skenario rancangan. Implikasi teoritis dan praktis dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan algoritma pencocokan string (string matching) yang dipadukan dengan platform e-learning berbasis web merupakan solusi optimal untuk meningkatkan efisiensi penelusuran materi pembelajaran sekolah. Arah pengembangan penelitian di masa depan mencakup perluasan fitur pencarian agar mampu mengekstraksi dan menelusuri isi dokumen secara langsung pada format berkas kompleks seperti PDF atau DOCX, serta penambahan sistem notifikasi real-time untuk mendukung interaksi akademik yang lebih interaktif.

REFERENCES

[1] Ahdan, S., Sucipto, A., Priandika, A. T., Setyani, T., Safira, W., & Sari, K. (2021). Peningkatan Kemampuan Guru SMK Kridawisata di Masa Pandemi Covid-19 Melalui Pengelolaan Sistem Pembelajaran Daring. *Jurnal ABDINUS : Jurnal Pengabdian Nusantara*, *5*(2), 390–401. https://doi.org/10.29407/ja.v5i2.15591

[2] Ahmad Al-hafiz Sagala, Y. Y. (2024). Analisis Pengenalan Konsep Algoritma Pemrograman Matematika Pada Kehidupan Sehari Hari. *Jurnal Ilmu Pendidikan, Bahasa, Sastra Dan Budaya (MORFOLOGI)*, *2*(1). https://doi.org/: https://doi.org/10.61132/morfologi.v2i1.267

[3] Alawiyah, T., & Ramadhan, L. H. (2023). Penerapan Metode RAD Pada Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Bengkel SMK. *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)*, *9*(2), 153–163. https://doi.org/10.31294/ijse.v9i2.15614

[4] Edy, A. (2024). PENERAPAN METODE BOYER MOORE UNTUK PENCARIAN STRING PADA APLIKASI PENYEWAAN KENDARAAN BERODA DUA BERBASIS ANDROID. *JURNAL ALGOR*, *6*(1), 44–50. https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/index

[5] Harpad, B., & Salmon, S. (2021). Penerapan Algoritma Boyer-Moore Dalam Perpustakaan Virtual SMK Muhammadiyah 1 Samarinda Sebagai Pendukung Pembelajaran Daring. *Jurnal Ilmiah Matrik*, *23*(2), 182–188.

https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v23i2.1430
[6] Ikhsani, Y., Kenia, S., & Loka, P. (2022). Website-Based Learning Media Design Using The Waterfall Method Perancangan Sistem Informasi Media Pembelajaran Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall. *SENTIMAS: Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 316–323.
[7] Nabila Rahmi Arifa. (2023). Perancangan Aplikasi Katalog Perpustakaan Dengan Menerapkan Algortima Boyer Moore. *Management of Information System Journal*, *2*(1), 1–6.
[8] Nita, W. F. S. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI E-LEARNING BERBASIS WEBSITE PADA SDN METESIH 03 MADIUN. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi Dan Teknologi*, *1*(3), 175–189. https://doi.org/10.54877/ijhim.v1i2.9
[9] Nuralim, R., Budiman, A., & Sucipto, A. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PEMBELAJARAN ONLINE PADA SMK TRISAKTI JAYA BANDAR LAMPUNG. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, *2*(4), 541–551. https://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika
[10] Nurman Hidayat, & Kusuma Hati. (2021). Penerapan Metode Rapid Application Development (RAD) dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Rapor Online (SIRALINE). *Jurnal Sistem Informasi*, *10*(1), 8–17. https://doi.org/10.51998/jsi.v10i1.352
[11] Rachmat, I. F. M. (2026). Perancangan Sistem Informasi Cerdas Berbasis WEB untuk Integrasi dan Monitoring Data Warga Perumahan Duta Asri, Tangerang. *TEKNO : Jurnal Penelitian Teknologi Dan Peradilan*, *4*(1), 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.62565/tekno.v4i1.107
[12] Rajagukguk, I. S., & Tangke, N. Y. (2025). Perancangan Sistem Electronic Learning (E-Learning) Berbasis Website. *Digital Transformation Technology*, *4*(2), 1158–1166. https://doi.org/10.47709/digitech.v4i2.5248
[13] Ramadhani, N., Lutfi, S., Khairan, A., Muin, Y., Metro, J. J., & Selatan, K. T. (2023). Perancangan Sistem Informasi Bimbingan Akademik Prodi Teknik Informatika Unkhair Berbasis Web. *Jurnal Jaringan Dan Teknologi Informasi*, *4*(1), 6–11. https://doi.org/00.0000/jati
[14] Rendi Syaputra, A. B. (2021). *PENGEMBANGAN SISTEM PEMBELAJARAN DALAM JARINGAN (STUDI KASUS : SMAN 1 GEDONG TATAAN)*. *2*(3), 89–101.
[15] Santoso, L., & Amanullah, J. (2022). Berbasis Website Menggunakan Metode Rapid Application Development (Rad). *Jurnal Ilmiah Elektronika Dan Komputer*, *15*(2), 250–259.
[16] Sondang. (2024). Penerapan Metode RAD Dalam Pengembangan Sistem Informasi Pemesanan Jasa Percetakan Berbasis Web pada Percetakan Karya Sehati Jaya. *Remik: Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, *8*(3), 871–881. http://doi.org/10.33395/remik.v8i3.13944