

Optimalisasi Pencarian Data Menggunakan Algoritma B-TREE

Muhammad Yusuf, Jhoanne Fredricka, Desi Mahdalena

¹ Mahasiswa, Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dehasen Bengkulu
Alamat Jl. KH Ahmad Dahlan Pd. Besi, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu

email : tempecok22@gmail.com

^{2,3} Dosen Tetap, Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dehasen Bengkulu
Jl. Meranti Raya No. 32 Kota Bengkulu 38228 Telp. (0736) 22027, 26957 Fax. (0736) 341139;

e-mail: fredrickajhoanne@gmail.com desimahdalena08@unived.ac.id

(Received: Juni 2026, Revised: Agustus 2026, Accepied: Oktober 2026)

Absrac-The performance of the information system at the Regional Library Agency of Bengkulu Province currently experiences responsiveness constraints, particularly in the book and membership data retrieval processes. This high latency is triggered by an increasing volume of data that is still processed using linear scanning or a full table scan method on the database. Therefore, this study aims to optimize query execution time through the design and implementation of the B-Tree indexing algorithm within a MySQL database management system environment. The execution of this research adopts the stages of the Waterfall method to ensure a structured implementation without rebuilding the system from scratch. Testing was executed through two approaches: Black Box functionality testing to validate user interface precision, and Performance Testing to comparatively analyze computational execution times between non-indexed and indexed tables. Empirical experimental results on a population of 10,000 data rows prove that the implementation of the B-Tree algorithm yields highly significant computational efficiency. The average execution time for book data searches was successfully reduced from 2.9651 milliseconds to 0.5895 milliseconds, creating an 80.12% increase in efficiency. In member data retrieval, the execution time was compressed from an average of 5.8076 milliseconds to 0.7430 milliseconds, achieving an efficiency surge of 87.21%. In conclusion, the application of the B-Tree indexing technique is quantitatively proven to resolve data processing latency bottlenecks. This optimization solution enables library circulation services to operate much more responsively and consistently, with waiting times under one millisecond.

Keywords: B-Tree Algorithm, Database, Computational Efficiency, Query Optimization, Execution Time.

Intisari- Kinerja sistem informasi di Kantor Dinas Perpustakaan Daerah Provinsi Bengkulu saat ini mengalami kendala responsivitas, khususnya pada proses pencarian data buku dan keanggotaan. Tingginya latensi ini dipicu oleh peningkatan volume data yang masih diproses menggunakan metode pemindaian linier atau full table scan pada basis data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan waktu eksekusi kueri melalui perancangan dan implementasi algoritma B-Tree Indexing pada lingkungan sistem manajemen basis data MySQL. Pelaksanaan penelitian ini mengadopsi tahapan metode Waterfall untuk memastikan penerapan terstruktur tanpa harus membangun ulang sistem dari awal. Pengujian dieksekusi melalui dua pendekatan, yaitu pengujian fungsionalitas Black Box untuk memvalidasi presisi antarmuka pengguna, serta pengujian kinerja Performance Testing guna membandingkan secara komparatif waktu eksekusi komputasi antara tabel tanpa indeks dan dengan indeks. Hasil eksperimen empiris pada populasi 10.000 baris data membuktikan bahwa penerapan algoritma B-Tree menghasilkan efisiensi komputasi yang sangat signifikan. Rata-rata waktu eksekusi pencarian data buku berhasil diturunkan dari 2,9651 milidetik menjadi 0,5895 milidetik, menciptakan peningkatan efisiensi sebesar 80,12%.

Pada penelusuran data anggota, waktu eksekusi sukses ditekan dari rata-rata 5,8076 milidetik menjadi 0,7430 milidetik dengan tingkat efisiensi mencapai 87,21%. Kesimpulannya, penerapan teknik B-Tree Indexing terbukti secara kuantitatif mampu menuntaskan masalah hambatan latensi pemrosesan data. Solusi optimasi ini menjadikan layanan sirkulasi perpustakaan beroperasi secara jauh lebih responsif dan konsisten dengan waktu tunggu di bawah satu milidetik.

Kata Kunci: Algoritma B-Tree, Basis Data, Efisiensi Komputasi, Optimasi Kueri, Waktu Eksekusi.

I. PENDAHULUAN

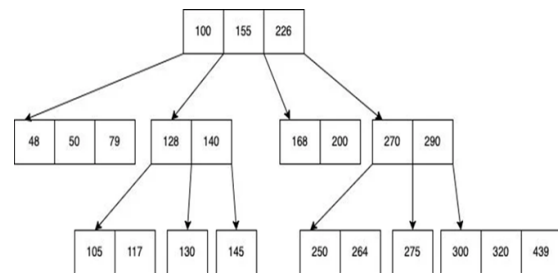
Ketersediaan akses informasi yang cepat dan akurat merupakan tolak ukur utama bagi kinerja institusi pelayanan publik di era digital. Sejalan dengan hal tersebut, Kantor Dinas Perpustakaan Daerah Provinsi Bengkulu dituntut untuk mampu memberikan pelayanan yang responsif dan efisien kepada masyarakat. Saat ini, perpustakaan tidak hanya mengelola koleksi fisik, tetapi juga bertanggung jawab atas pangkalan data digital yang mencakup data keanggotaan, katalog buku, hingga riwayat sirkulasi peminjaman. Seiring berjalannya waktu, akumulasi data yang tersimpan dalam sistem terus meningkat secara eksponensial. Pertumbuhan volume data ini membawa konsekuensi teknis yang serius terhadap kinerja sistem informasi yang digunakan oleh para petugas. Berdasarkan pengamatan pada proses bisnis yang berjalan, terdapat kendala signifikan pada kinerja modul pencarian data. Dalam alur pelayanan saat ini, petugas perpustakaan bertindak sebagai operator tunggal yang melayani permintaan pengunjung secara langsung, mulai dari pencarian ketersediaan buku hingga administrasi peminjaman. Masalah muncul ketika petugas melakukan kueri pencarian pada basis data yang mulai padat. Sistem kerap kali menunjukkan respons yang lambat saat memproses kata kunci judul buku atau nama anggota. Secara spesifik, performa pencarian saat ini dinilai belum optimal. Observasi awal menunjukkan bahwa waktu eksekusi untuk menampilkan hasil pencarian sering kali memakan waktu hingga 1 detik atau lebih per permintaan. Dalam perspektif komputasi basis data modern dan kenyamanan pengguna, angka ini tergolong lambat

dan tidak efisien, mengingat standar performa sistem basis data yang teroptimasi seharusnya mampu menyajikan data dalam hitungan milidetik (ms). Kesenjangan performa antara kondisi aktual yang mencapai hitungan detik dengan target ideal milidetik ini berdampak langsung pada kualitas layanan. Jeda waktu tunggu tersebut, meskipun terdengar singkat, terakumulasi saat frekuensi pelayanan tinggi, yang pada akhirnya memicu antrean pengunjung dan menurunkan produktivitas kerja petugas. Penurunan kinerja ini secara teknis diindikasikan terjadi akibat mekanisme pengambilan data yang belum efisien. Sistem saat ini masih menerapkan metode pemindaian menyeluruh atau *full table scan* setiap kali perintah pencarian dijalankan. Artinya, sistem harus membaca setiap baris data satu per satu dari awal hingga akhir tabel untuk menemukan data yang relevan. Tanpa adanya struktur pengindeksan yang tepat, beban kerja peladen basis data akan semakin berat berbanding lurus dengan penambahan jumlah data koleksi dan anggota. Guna mengatasi permasalahan latensi tersebut, diperlukan implementasi teknik optimasi yang tepat pada sisi basis data. Solusi yang diajukan adalah penerapan teknik *indexing*, khususnya menggunakan algoritma *B-Tree*. Teknik ini bekerja layaknya sebuah daftar indeks terurut yang memungkinkan sistem langsung melompat ke lokasi data yang dicari tanpa perlu memindai keseluruhan tabel. Penerapan algoritma *B-Tree* diharapkan mampu memangkas waktu pencarian secara drastis dari orde detik menjadi milidetik, sehingga efisiensi operasional sistem informasi di Kantor Dinas Perpustakaan Daerah Provinsi Bengkulu dapat ditingkatkan secara signifikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Optimalisasi basis data merupakan proses sistematis yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja penyimpanan, pencarian, dan manipulasi data agar sistem mampu beroperasi dengan efisien dan responsif. Proses ini mencakup berbagai teknik seperti pengindeksan, perbaikan struktur kueri, pengaturan partisi tabel, serta pemanfaatan memori dan prosesor secara optimal (Budiman et al., 2025). *Indexing* adalah teknik yang digunakan dalam sistem basis data untuk mempercepat proses pencarian data dengan memanfaatkan struktur data tambahan berupa indeks. Indeks berfungsi seperti daftar isi pada buku, di mana sistem tidak perlu memindai seluruh tabel untuk menemukan data tertentu, melainkan cukup mencari lokasi yang direferensikan oleh indeks tersebut. Dengan demikian, *indexing* dapat mengurangi waktu eksekusi kueri dan beban komputasi server (Panggabean & Siti Nur Azizah, 2025) *B-Tree (Balanced Tree)* merupakan salah satu struktur data paling efisien yang digunakan

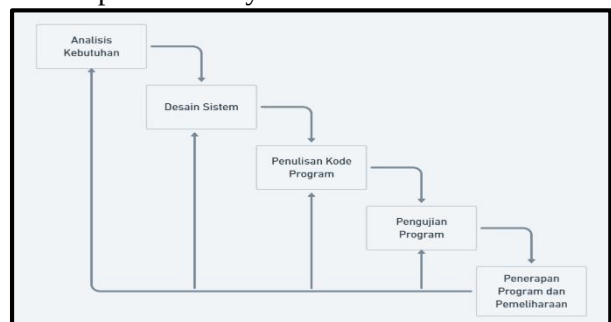
dalam implementasi indeks pada sistem basis data modern. Struktur ini berbentuk pohon berimbang yang menyimpan data secara hierarkis, di mana setiap node memiliki cabang yang terdistribusi secara proporsional untuk menjaga keseimbangan. Proses pencarian dilakukan dengan menelusuri node dari akar hingga ke daun, mengikuti urutan nilai kunci yang telah terurut. Kompleksitas waktu pencarian pada struktur ini bersifat logaritmik, yaitu $O(\log n)$, sehingga tetap efisien meskipun jumlah data meningkat secara signifikan (Eka, 2025).



Gambar 1. Struktur *B-Tree*

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Metode *Waterfall* sebagai pendekatan dalam proses pengembangan sistem dan evaluasi kinerja algoritma pencarian pada basis data. Metode *Waterfall* dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis, terstruktur, dan berurutan, di mana setiap tahapan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melangkah ke tahapan berikutnya



Gambar 2. Tahapan Metode *Waterfall*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Antar Muka Sistem

Tahap implementasi antarmuka sistem merupakan penjabaran visual dari rancangan konseptual menjadi halaman web interaktif yang merepresentasikan lapisan antarmuka pengguna pada arsitektur perangkat lunak yang digunakan. Pengembangan visual ini dibangun memanfaatkan kerangka kerja Bootstrap guna memastikan tingkat responsivitas tata letak yang optimal pada berbagai dimensi layar perangkat administrator. Fokus utama dari perancangan tata letak ini tidak hanya terbatas pada kelancaran operasional pengelolaan data

perpustakaan secara umum, tetapi juga secara spesifik difungsikan sebagai panel pengujian performa algoritma. Antarmuka tersebut menyediakan ruang kontrol yang intuitif untuk mengeksekusi kueri pencarian pada populasi data masif, sekaligus menampilkan hasil kalkulasi metrik waktu eksekusi secara aktual antara metode B-Tree Indexing dan pemindaian tabel menyeluruh. Adapun hasil implementasi dari setiap halaman antarmuka tersebut dijabarkan secara rinci melalui tangkapan layar berikut.

1. Halaman Login

Gambar 3. Halaman Login

Halaman ini menampilkan antarmuka login utama sistem. Pada bagian atas tengah halaman, terdapat nama instansi yaitu Kantor Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Kota Bengkulu yang disertai dengan logo resmi instansi tepat di bawahnya. Kemudian pada bagian tengah halaman, terdapat *form* login di dalam sebuah kotak putih dengan tulisan "SILAHKAN LOGIN". *Form* tersebut memiliki dua kolom input utama, yaitu untuk memasukkan *username* dan *password* administrator. Di bagian paling bawah *form*, terdapat tombol Login berwarna biru yang berfungsi untuk memproses autentikasi kredensial pengguna agar dapat masuk ke dalam sistem.

2. Halaman Dashboard

Gambar 4. Halaman Dashboard

Halaman ini menampilkan antarmuka utama dasbor administrator. Pada bagian atas terdapat bilah navigasi yang memuat logo dan nama instansi Perpustakaan Provinsi Bengkulu, menu utama yang meliputi tautan beranda, buku, dan anggota, serta tombol keluar sistem pada sudut kanan atas. Tepat di bawah tulisan sapaan administrator, disajikan empat

panel informasi dinamis yang memvisualisasikan ringkasan metrik sistem. Panel pertama menunjukkan kumulasi keseluruhan data buku yang tersimpan di basis data, dilanjutkan oleh panel kedua yang menampilkan total kuantitas anggota terdaftar. Panel ketiga berfungsi sebagai indikator performa pengujian yang memuat catatan waktu eksekusi algoritma *B-Tree* terakhir dalam satuan milidetik, sedangkan panel keempat menunjukkan status konektivitas aplikasi dengan basis data secara aktual. Pada bagian paling bawah antarmuka, terdapat *footer* berlatar gelap yang memuat deskripsi singkat mengenai tujuan pengembangan aplikasi.

3. Halaman Daftar Seluruh Buku

No	Judul Buku	Pengarang	Penerbit	Tahun Terbit	Kategori	Aksi
1	Pengantar Hukum Islam Agama	Elwan Pratiomo	Alfabeta	2025	Hukum	[Edit] [Hapus]
2	Konsep dan Konsep Dasar Hukum (Edisi Revisi)	Rafaela Mulyati	Elwa Media Komputindo	2024	Ilmu Komputer	[Edit] [Hapus]
3	Sosiologi dan Manajemen Organisasi	Karni Mangaraj	Penerbit Cendekia Indonesia	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
4	Konsep Dasar Basis Data Relasional	Juliana Salsabila	Remaja Pustaka	2024	Ilmu Komputer	[Edit] [Hapus]
5	Pengantar Sistem Informasi Industri	Fitri Lestari	PT Remaja Pustaka	2025	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
6	Pengantar Sistem Informasi	Yessi Riyadi	Elwa Media Komputindo	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
7	Agensi Teknologi Pengembangan - Teori dan Implementasi	Radika Singsar	Alfabeta	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
8	Analisis dan Implementasi Sistem	Kalla Chandra	Elwa Media Komputindo	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
9	Etikologi & Learning	Kapri Laksmi	Penerbit Al Kautsar	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
10	Statistik Matematika dan Pengantar Sistem	Arwanto Salsabila	Remaja Pustaka	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
11	Dasar-dasar Matematika Dasar	Elwa Media Komputindo	Elwa Media Komputindo	2025	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
12	Revisi Aspek Manajemen Edisi Ke-3	Siti Azzahra	Penerbit Cendekia Indonesia	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
13	Kapita Selekta Pustaka Sifat Edisi Ke-3	Tara Salsabila	Penerbit Cendekia Indonesia	2025	Hukum	[Edit] [Hapus]
14	Formulasi Kalkulasi	Gunawan Nurul	Penerbit Cendekia Indonesia	2024	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
15	Integrasi Pendidikan Kota Abad 21	Luthar Salsabila	Penerbit Buku Kompas	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]

Gambar 5. Halaman Data Buku

Halaman ini merupakan antarmuka pengelolaan data buku sekaligus pusat pengujian metrik kecepatan algoritma. Pada bagian atas, terdapat formulir pencarian judul buku. Di bawah panel pencarian, disajikan tabel yang memuat rincian informasi buku, meliputi nomor urut, judul buku, penerbit, pengarang, tahun terbit, kategori, serta tombol aksi untuk menyunting atau menghapus data. Tombol penambahan data buku baru terletak pada sudut kanan atas tabel.

4. Halaman Kelola Data Buku

No	Judul Buku	Pengarang	Penerbit	Tahun Terbit	Kategori	Aksi
1	Pengantar Hukum Islam Agama	Elwan Pratiomo	Alfabeta	2025	Hukum	[Edit] [Hapus]
2	Konsep dan Konsep Dasar Hukum (Edisi Revisi)	Rafaela Mulyati	Elwa Media Komputindo	2024	Ilmu Komputer	[Edit] [Hapus]
3	Sosiologi dan Manajemen Organisasi	Karni Mangaraj	Penerbit Cendekia Indonesia	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
4	Konsep Dasar Basis Data Relasional	Juliana Salsabila	Remaja Pustaka	2024	Ilmu Komputer	[Edit] [Hapus]
5	Pengantar Sistem Informasi Industri	Fitri Lestari	PT Remaja Pustaka	2025	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
6	Pengantar Sistem Informasi	Yessi Riyadi	Elwa Media Komputindo	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
7	Agensi Teknologi Pengembangan - Teori dan Implementasi	Radika Singsar	Alfabeta	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
8	Analisis dan Implementasi Sistem	Kalla Chandra	Elwa Media Komputindo	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
9	Etikologi & Learning	Kapri Laksmi	Penerbit Al Kautsar	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
10	Statistik Matematika dan Pengantar Sistem	Arwanto Salsabila	Remaja Pustaka	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
11	Dasar-dasar Matematika Dasar	Elwa Media Komputindo	Elwa Media Komputindo	2025	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
12	Revisi Aspek Manajemen Edisi Ke-3	Siti Azzahra	Penerbit Cendekia Indonesia	2024	Sistem & Sifat	[Edit] [Hapus]
13	Kapita Selekta Pustaka Sifat Edisi Ke-3	Tara Salsabila	Penerbit Cendekia Indonesia	2025	Hukum	[Edit] [Hapus]
14	Formulasi Kalkulasi	Gunawan Nurul	Penerbit Cendekia Indonesia	2024	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]
15	Integrasi Pendidikan Kota Abad 21	Luthar Salsabila	Penerbit Buku Kompas	2025	Manajemen & Organisasi	[Edit] [Hapus]

Gambar 6. Halaman Kelola Data Buku

Halaman ini merupakan antarmuka khusus untuk proses perekaman data buku baru ke dalam sistem

perpustakaan. Pada panel utama, disajikan formulir penambahan entri yang memuat kolom isian esensial, mencakup judul buku, pilihan kategori, pengarang, penerbit, dan tahun terbit, dilengkapi dengan tombol eksekusi simpan serta pengaturan ulang data. Tepat di bawah formulir tersebut, terdapat tabel riwayat yang secara otomatis menampilkan sepuluh entri data buku terakhir yang berhasil ditambahkan ke dalam basis data. Tabel tinjauan ini menyajikan rincian informasi spesifik dari setiap entri beserta tombol aksi pembaruan dan penghapusan guna mempermudah administrator dalam meninjau validitas data secara langsung.

5. Halaman Data Anggota

No	Nama Lengkap	Jumlah Peminjaman	Alamat	Email	Tanggal Daftar	Aksi
1	Kenneth Nanyah	0	Jl. Padang Nangka I No. 55, Kel. ...	kennethnanyah@gmail.com	2024-05-13	[Edit] [Hapus]
2	Dimas Wido	0	Jl. Kebun Keling I No. 18, Kel. ...	dimaswido@gmail.com	2025-01-17	[Edit] [Hapus]
3	Pandi Wijayanti	0	Jl. Dahli II No. 45, Kel. ...	pandiwijayanti@gmail.com	2024-07-15	[Edit] [Hapus]
4	Dalima Mulyani	0	Jl. Pekan Sabtu I No. 84, Kel. ...	dalimamulyani@gmail.com	2025-10-07	[Edit] [Hapus]
5	Rina Mandasari	0	Jl. Angkasa IV No. 56, Kel. ...	rinamandasari@gmail.com	2025-02-13	[Edit] [Hapus]
6	Malia Mandasari	0	Jl. Flamboyen Utara No. 71, ...	maliamandasari@gmail.com	2022-03-12	[Edit] [Hapus]
7	Atmaja Yolanda	0	Jl. Teratai I No. 98, Kel. ...	atmajayolanda@gmail.com	2025-12-14	[Edit] [Hapus]
8	Julia Damarik	0	Jl. Tobong Utara No. 117, K. ...	juliadamarik@gmail.com	2023-07-15	[Edit] [Hapus]
9	Saniyah Mansur	0	Jl. Dahli II No. 122, Kel. ...	saniyahmansur@gmail.com	2023-05-11	[Edit] [Hapus]
10	Dwi Wahyudin	0	Jl. Tanjung Agung I No. 34, Kel. ...	dwiwahyudin@gmail.com	2023-09-04	[Edit] [Hapus]

Gambar 7. Halaman Data Anggota

Halaman ini merupakan antarmuka pengelolaan data anggota sekaligus pusat pengujian metrik kecepatan algoritma. Pada bagian atas, terdapat formulir pencarian awalan nama anggota. Di bawah panel tersebut, tersaji tabel informasi anggota yang mencakup nomor urut, nama lengkap, jumlah peminjaman, alamat, email, tanggal daftar, serta tombol aksi penyuntingan dan penghapusan. Tombol penambahan anggota baru terletak pada sudut kanan atas tabel. Pada bagian bawah antarmuka, terdapat fitur navigasi penomoran halaman yang secara bawaan menampilkan lima belas baris data pertama dari total sepuluh ribu entri.

6. Halaman Kelola Data Anggota

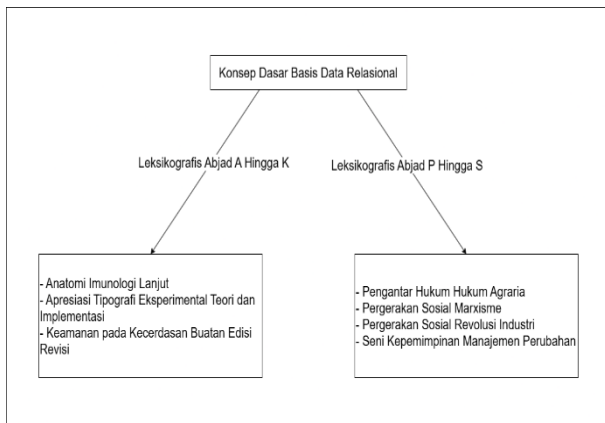
No	Identitas Anggota	Pinjaman	Alamat	Tanggal Daftar	Aksi
1	Kenneth Nanyah	0	Jl. Padang Nangka I No. 55, Kel. ...	13 May 2024	[Edit] [Hapus]
2	Dimas Wido	0	Jl. Kebun Keling I No. 18, Kel. ...	17 Jan 2025	[Edit] [Hapus]
3	Pandi Wijayanti	0	Jl. Dahli II No. 45, Kel. ...	15 Jul 2024	[Edit] [Hapus]
4	Dalima Mulyani	0	Jl. Pekan Sabtu I No. 84, Kel. ...	07 Oct 2025	[Edit] [Hapus]
5	Rina Mandasari	0	Jl. Angkasa IV No. 56, Kel. ...	13 Feb 2025	[Edit] [Hapus]
6	Malia Mandasari	0	Jl. Flamboyen Utara No. 71, ...	12 Mar 2022	[Edit] [Hapus]
7	Atmaja Yolanda	0	Jl. Teratai I No. 98, Kel. ...	14 Dec 2025	[Edit] [Hapus]
8	Julia Damarik	0	Jl. Tobong Utara No. 117, K. ...	15 Jul 2023	[Edit] [Hapus]
9	Saniyah Mansur	0	Jl. Dahli II No. 122, Kel. ...	11 May 2023	[Edit] [Hapus]
10	Dwi Wahyudin	0	Jl. Tanjung Agung I No. 34, K. ...	04 Sep 2023	[Edit] [Hapus]

Gambar 8. Halaman Kelola Data Anggota

Halaman ini merupakan antarmuka khusus untuk proses pendaftaran anggota baru ke dalam sistem perpustakaan. Pada panel utama, disajikan formulir pendaftaran yang memuat kolom isian esensial, mencakup nama lengkap, email, tanggal daftar, jumlah pinjaman, dan alamat lengkap, dilengkapi dengan tombol eksekusi simpan serta pengaturan ulang data. Tepat di bawah formulir tersebut, terdapat tabel riwayat yang secara otomatis menampilkan sepuluh entri data anggota terakhir yang berhasil ditambahkan ke dalam basis data. Tabel tinjauan ini menyajikan rincian informasi dari setiap anggota beserta tombol aksi pembaruan dan penghapusan guna mempermudah administrator dalam meninjau validitas data pendaftaran secara langsung.

B. Pengujian Sistem

Sistem komputasi mula-mula mengekstraksi seluruh judul buku lalu mengurutkannya secara leksikografis abjad. Setelah terurut secara presisi sekumpulan data tersebut dipecah ke dalam tiga tingkatan hierarki arsitektur. Tingkatan pertama merupakan simpul akar atau *root node* sebagai titik awal penelusuran. Tingkatan kedua merupakan simpul perantara atau *internal node* bertindak sebagai penjemputan rute data. Tingkatan paling bawah adalah simpul daun atau *leaf node* berisi *pointer* alamat fisik basis data. Setiap simpul memiliki batas kapasitas kunci maksimal sehingga ketika muatan penuh mesin algoritma membelah simpul tersebut lalu mempromosikan nilai median ke tingkatan hierarki atas.



Gambar 9. Arsitektur Struktur B-Tree pada Sampel Data Buku

Visualisasi arsitektur tersebut mempresentasikan model simpul akar berisi nilai tengah abjad yakni buku berjudul Konsep Dasar Basis Data Relasional. Cabang sebelah kiri menampung sekumpulan judul dengan awalan abjad A sampai K karena secara hierarki leksikografis bernilai lebih kecil dari abjad K pada simpul akar. Sebaliknya cabang sebelah kanan menampung deretan awalan abjad P sampai S karena bernilai lebih besar. Proses pelacakan algoritma ketika petugas memasukkan kata kunci pencarian Pergerakan Sosial berjalan melalui tiga tahapan komputasi utama. Tahapan pertama mesin *database* menerima instruksi *query* lalu memulai titik baca langsung pada struktur simpul akar. Tahapan kedua sistem membandingkan abjad P pada kata kunci masukan dengan abjad K pada simpul akar. Karena abjad P bernilai lebih besar sistem komputasi seketika mengabaikan seluruh cabang sebelah kiri dan langsung melompat ke simpul perantara sebelah kanan. Tahapan ketiga mesin menelusuri simpul daun sebelah kanan menemukan kecocokan leksikografis pada deret buku Pergerakan Sosial Revolusi Industri lalu mengekstraksi pointer memori menuju lokasi ID 5. Mekanisme pemangkasan rute navigasi inilah yang menyebabkan beban *server* turun secara drastis. Sistem memori hanya membutuhkan tiga langkah lompatan logaritmik tanpa harus memindai ribuan baris tabel secara linier layaknya metode *full table scan* terdahulu. Mekanisme pemecahan simpul dan pelacakan logaritmik ini juga berlaku secara identik pada pemrosesan entitas data anggota. Algoritma menstrukturkan atribut nama anggota ke dalam hierarki akar dan daun leksikografis yang sama sehingga mampu memberikan hasil efisiensi waktu eksekusi yang setara saat pengujian kinerja. Pengujian Kinerja Algoritma B-Tree. Tahapan pengujian kinerja merupakan inti dari evaluasi empiris dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengukur tingkat efisiensi komputasi dari arsitektur pengindeksan pohon berimbang secara nyata. Fokus utama dari evaluasi ini adalah melakukan komparasi langsung terhadap durasi waktu eksekusi kueri antara

penggunaan algoritma B-Tree melawan mekanisme pemindaian tabel secara menyeluruh atau yang dikenal sebagai pemindaian linier. Pengujian dilaksanakan pada lingkungan basis data yang memiliki populasi data berskala besar, terdiri atas sepuluh ribu entri pada tabel buku serta sepuluh ribu entri pada tabel anggota untuk memberikan beban kerja yang representatif bagi mesin *database*. Parameter absolut yang menjadi tolok ukur keberhasilan adalah waktu respon sistem yang dihitung dalam satuan milidetik sejak instruksi pencarian dikirimkan hingga hasil kueri berhasil dimuat sepenuhnya pada antarmuka sistem informasi perpustakaan. Skenario pengujian dilakukan secara sistematis dengan menggunakan variasi kata kunci yang mencerminkan pola aktivitas pencarian petugas di lapangan. Berikut adalah penjabaran data hasil pengujian yang disajikan secara rinci untuk memberikan gambaran kontras performa di antara kedua metode tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pencarian Data Buku

No	Kata Kunci Pencarian	Waktu B-Tree Indexing (ms)	Waktu Full Table Scan (ms)	Selisih Efisiensi Waktu
1	Membaca	0.6201	5.3360	4.7159
2	Belajar	0.7131	2.7380	2.0249
3	Transformasi	0.6971	2.7931	2.0960
4	catatan	0.6201	1.7920	1.1719
5	Narasi	0.5181	1.3089	0.7908
6	Astronomi	0.4951	1.8219	1.3268
7	Pengantar	0.5069	1.8030	1.2961
8	Eksplorasi	0.4752	1.5620	1.0868
9	Pembelajaran	0.5131	2.1842	1.6711
10	Hukum	0.7360	8.3120	7.5760
Rata-Rata		0.5895	2.9651	2.3756

Analisis terhadap data pada Tabel 4.2 menunjukkan sebuah pola performa yang sangat konsisten di mana metode pengindeksan selalu mengungguli metode pemindaian konvensional pada setiap iterasi pengujian. Berdasarkan perhitungan nilai pusat data, durasi pencarian tanpa indeks menunjukkan fluktuasi waktu yang cukup lebar, mulai dari 1.3089 milidetik hingga mencapai 8.3120 milidetik pada kata kunci Hukum. Sebaliknya, algoritma *B-Tree* mampu menjaga stabilitas waktu respon pada rentang yang sangat sempit, yaitu di bawah satu milidetik untuk seluruh skenario yang diujikan. Secara akumulatif, waktu eksekusi rata-rata untuk pencarian data buku mengalami penurunan drastis dari 2.9651 milidetik menjadi hanya 0.5895 milidetik. Hal ini membuktikan secara matematis bahwa penerapan indeks memberikan percepatan performa sebesar

80.12 persen, yang menjadikan algoritma *B-Tree* sebagai pemenang mutlak dalam hal kecepatan akses data koleksi buku.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pencarian Data Anggota

No	Kata Kunci Pencarian	Waktu B-Tree Indexing (ms)	Waktu Full Table Scan (ms)	Selisih Efisiensi Waktu
1	Muhammad	0.8631	8.3709	7.5078
2	Siti	0.7260	3.5930	2.8670
3	Budi	0.6502	7.6580	7.0078
4	Dian	0.6409	4.3459	3.7050
5	Devi	0.9191	6.2721	5.3530
6	Vicky	0.5629	4.0329	3.4700
7	Laras	0.8294	6.1769	5.3475
8	Septi	0.8371	6.7101	5.8730
9	Dwi	0.7481	6.4390	5.6909
10	Rina	0.6530	4.4770	3.8240
Rata-rata		0.7430	5.8076	5.0646

Rekam metrik komputasi pada Tabel 4.3 memberikan hasil yang lebih kontras jika dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Pada tabel data anggota, metode pemindaian seluruh tabel menunjukkan beban kerja linier yang lebih berat dengan waktu eksekusi rata-rata mencapai 5.8076 milidetik. Angka ini jauh tertinggal dibandingkan dengan efisiensi yang ditawarkan oleh mekanisme *B-Tree* yang mampu menyelesaikan seluruh proses pencarian dengan rata-rata waktu 0.7430 milidetik saja. Selisih waktu rata-rata sebesar 5.0646 milidetik ini menunjukkan tingkat signifikansi yang sangat tinggi dalam konteks optimasi basis data. Melalui perhitungan persentase peningkatan kerja, terbukti bahwa pengindeksan mampu meningkatkan efisiensi pencarian anggota sebesar 87.21 persen. Sebagai simpulan akhir dari subbab pengujian kinerja ini, data empiris menunjukkan bahwa algoritma *B-Tree* memiliki keunggulan performa yang tidak terbantahkan dibandingkan dengan metode pemindaian tabel secara manual. Kemampuan struktur pohon dalam memangkas jalur penelusuran data secara logaritmik terbukti mampu mengeliminasi kendala latensi yang sebelumnya dikeluhkan oleh petugas perpustakaan. Perolehan angka waktu respon yang secara konsisten berada di bawah level satu milidetik menegaskan bahwa optimalisasi basis data melalui teknik pengindeksan merupakan solusi teknis yang paling efektif untuk menjaga stabilitas sistem informasi perpustakaan di tengah pertumbuhan volume data yang terus meningkat.

Hasil Pengujian Hipotesis Statistik (Uji-t)

Tahap krusial terakhir dalam evaluasi kinerja sistem adalah memvalidasi signifikansi perbedaan waktu eksekusi secara statistik. Langkah ini penting untuk membuktikan bahwa percepatan waktu pencarian murni merupakan efek dari penerapan algoritma *B-Tree* dan bukan sekadar kebetulan akibat fluktuasi beban kerja *server*. Pengujian ini dieksekusi menggunakan metode *paired sample t-test* dengan taraf signifikansi 0,05. Seluruh proses kalkulasi matematis tidak dihitung secara manual melainkan memanfaatkan fitur analisis data bawaan *software* Microsoft Excel. Pendekatan komputasi mesin ini sengaja dipilih untuk menjamin presisi angka yang mutlak sekaligus menghindari risiko salah hitung akibat kelalaian manusia. Rangkuman *output* perhitungan statistik dari pengujian data buku maupun data anggota disajikan secara berdampingan pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji Statistik Sampel Berpasangan

Entitas Pengujian	Rata-Rata Tanpa Indeks (ms)	Rata-Rata B-Tree (ms)	Nilai t Hitung	Nilai t Tabel	P-value	Kesimpulan
Pencarian Data Buku	2,9651	0,5895	3,5152	2,2621	0,0065	Hipotesis Nol Ditolak
Pencarian Data Anggota	5,8076	0,7430	10,3108	2,2621	0,0000	Hipotesis Nol Ditolak

Merujuk pada tabel tersebut, perbandingan waktu eksekusi pada pencarian data buku menghasilkan nilai *t* hitung sebesar 3,5152. Angka ini secara matematis lebih besar dari ambang batas nilai *t* tabel yakni 2,2621 pada derajat kebebasan 9. Nilai probabilitas atau *p-value* yang didapat adalah 0,0065 dan posisi angka ini berada cukup jauh di bawah batas signifikansi pengujian. Kondisi yang lebih kontras justru ditemukan pada riwayat pengujian data anggota. Algoritma pencarian mencetak nilai *t* hitung absolut sebesar 10,3108 yang melampaui *t* tabel dengan selisih sangat lebar. Probabilitas yang dihasilkan bahkan mendekati angka nol mutlak sehingga peluang terjadinya kesalahan dalam menolak hipotesis nol nyaris tidak ada sama sekali. Karena nilai probabilitas selalu lebih kecil dari 0,05 dan *t* hitung terbukti konsisten lebih besar dari *t* tabel pada kedua skenario pengujian maka hipotesis nol resmi ditolak. Fakta empiris ini mengonfirmasi bahwa hipotesis alternatif diterima, yang bermakna implementasi struktur indeks *B-Tree* memberikan

dampak percepatan komputasi yang sangat signifikan pada kelancaran operasional basis data perpustakaan.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan tahapan penelitian yang meliputi perancangan arsitektur, implementasi sistem, hingga pengujian komparatif metrik kinerja algoritma pada basis data Perpustakaan Provinsi Bengkulu, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi algoritma *B-Tree* pada sistem basis data perpustakaan telah berhasil dieksekusi dan divalidasi fungsinya melalui pendekatan *black box*. Sistem terbukti mampu memproses berbagai skenario masukan pencarian dan memanipulasi data tanpa memicu kegagalan operasional. Pendekatan optimasi ini berhasil menggantikan mekanisme pemindaian linier menjadi penelusuran terstruktur berbasis pohon berimbang yang jauh lebih ringan bagi beban memori *server*.
2. Pengujian kinerja pada populasi sepuluh ribu baris data membuktikan adanya peningkatan efisiensi komputasi yang sangat konsisten. Waktu rata-rata eksekusi pencarian data buku berhasil diturunkan secara tajam dari 2,9651 milidetik menjadi 0,5895 milidetik dengan rasio peningkatan efisiensi mencapai 80,12 persen. Kondisi serupa terjadi pada penelusuran data anggota yang mencatatkan efisiensi sebesar 87,21 persen setelah waktu eksekusinya sukses ditekan dari 5,8076 milidetik menjadi 0,7430 milidetik.
3. Keberhasilan optimasi kinerja tersebut telah dikonfirmasi validitasnya melalui kalkulasi statistik *paired sample t-test*. Hasil uji menunjukkan nilai *t*-hitung selalu melampaui batas *t*-tabel dan probabilitas berada jauh di bawah ambang signifikansi. Fakta empiris ini secara resmi menolak hipotesis nol yang berarti percepatan sistem murni dipengaruhi oleh efektivitas struktur indeks *B-Tree* dan bukan akibat varians acak. Solusi ini pada akhirnya memastikan layanan sirkulasi perpustakaan mampu beroperasi lebih responsif dalam menangani lonjakan beban pencarian informasi.

B. Saran

Meskipun sistem telah beroperasi melampaui target efisiensi yang diharapkan, terdapat beberapa aspek krusial yang memerlukan perhatian lebih lanjut guna memastikan stabilitas jangka panjang serta membuka ruang bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Adapun saran yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

1. Pengelola sistem informasi diinstruksikan untuk menyusun jadwal pemeliharaan struktur basis data secara rutin. Penambahan dan penghapusan data perpustakaan yang terjadi secara terus menerus

akan menyebabkan fenomena fragmentasi pada struktur pohon indeks. Rekonstruksi ulang indeks secara berkala mutlak diperlukan agar performa waktu eksekusi tetap terjaga pada angka di bawah satu milidetik.

2. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba komparatif beban komputasi yang berfokus pada operasi penulisan data. Perlu disadari bahwa setiap teknik pengindeksan membawa beban tambahan bagi peladen saat menyimpan baris data baru. Kajian mendalam mengenai titik impas keseimbangan performa antara kecepatan baca dan beban tulis akan sangat bermanfaat bagi keilmuan arsitektur sistem informasi.
3. Eksplorasi akademis di masa mendatang dapat memperluas cakupan variabel pengujian dengan membandingkan algoritma *B-Tree* melawan varian indeks lain seperti *Hash Index* atau *Bitmap Index* pada kolom data dengan tingkat kardinalitas yang berbeda. Pengujian pada skala data jutaan baris juga direkomendasikan untuk membuktikan stabilitas skalabilitas logaritmik dari algoritma yang digunakan secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustine, Lady, & Seimahuira, S. (2023). Penerapan Metode SAW dalam Analisa Perbandingan Performa Web server (Apache, Nginx, Lighttpd, Iis) pada Bahasa Pemrograman PHP. *Remik*, 7(1), 409–420. <https://doi.org/10.33395/remik.v7i1.12075>
- [2] Budiman, E., Fadli, M., David Kurniawan, & Susanto, E. R. (2025). Tinjauan Literatur Dengan Pendekatan Systematic Literature Review Untuk Optimasi Kueri Dalam Basis Data. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 4(2), 82–91. <https://doi.org/10.55123/storage.v4i2.5182>
- [3] Dwi Satria, M. N. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Staff Administrasi Menggunakan Metode VIKOR. *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information (JAITI)*, 1(1), 39–49. <https://doi.org/10.58602/jaiti.v1i1.24>
- [4] Eka, A. (2025). Perbandingan Kinerja Teknik Index Bitmap dan B-Tree dalam Optimasi Query pada Database Oracle Performance Comparison of Bitmap and B-Tree Index Techniques in Query Optimization on Oracle Database. 13(2), 197–204. <https://doi.org/10.26418/justin.v13i2.84906>
- [5] Eka Putri, S. O., Zahra, N. A., Kuslaila, N. R., & Mukaromah, S. (2023). Perbandingan Teknik Indexing Bitmap Dan B-Tree Pada Oracle Database. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(1), 439–446.

<https://doi.org/10.33005/sitasi.v3i1.390>

- [6] Hermiati, R., Asnawati, A., & Kanedi, I. (2021). Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql. *Jurnal Media Infotama*, 17(1), 54–66. <https://doi.org/10.37676/jmi.v17i1.1317>
- [7] M. Rhifky Wayahdi, F. R. (2023). *Pemodelan Sistem Penerimaan Anggota Baru dengan Unified Modeling Language (UML) (Studi Kasus : Programmer Association of Battuta)*. 12, 1514–1521.
- [8] Pamungkas, N. (2022). *Pemodelan Unified Modeling Language pada Sistem Aplikasi Pariwisata (SiAP) Modeling Unified Modeling Language in Tourism Application Sitem (SiAP)*.4(1),73–84. <https://doi.org/10.30812/bite.v4i1.1871>
- [9] Panggabean, S., & Siti Nur Azizah, E. (2025). Evaluasi Kinerja Sistem Basis Data Relasional pada Aplikasi E-Commerce Menggunakan Algoritma Indexing. *Jurnal Pustaka Data (Pusat Akses Kajian Database, Analisa Teknologi, Dan Arsitektur Komputer)*, 5(1), 70–76. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustakadata.v5i1.998>
- [10] Samidi, Fadly, Virmansyah, Y., Suladi, R. Y., & Lesmana, A. B. (2022). Optimasi Database dengan Metode Index dan Partisi Tabel Database Postgresql pada Aplikasi E-Commerce. Studi pada Aplikasi Tokopintar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 2094–2102.
- [11] Suarnatha, I. P. D. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Ketua Bem Menggunakan Metode Profile Matching. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 4(2),73–80. <https://doi.org/10.24076/joism.2023v4i2.952>