

Analisa Algoritma Branch and Bound Dalam Efektivitas dan Efisiensinya untuk Menyelesaikan Masalah Pada Ruang Lingkup Kecil Maupun Besar

Muhammad Ibnu Abdul Aziz

Teknik Informatika, STMIK Pelita Nusantara Medan, Kota Medan (email: m.ibnu.a.a@gmail.com)

[Diserahkan: 20 Desember 2024, Direvisi: 29 Desember 2024, Diterima: 11 Januari 2025]

Corresponding Author: Muhammad Ibnu Abdul Aziz (email: m.ibnu.a.a@gmail.com)



Kata Kunci: Pemecahan masalah, Branch and Bound, Travelling, Salesman Problem, integer Programming, Heuristik

JUSINFO: Jurnal Sains dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak : Proses pemecahan masalah merupakan salah satu elemen utama dalam berbagai disiplin ilmu, seperti logistik, produksi, dan sistem berbasis kecerdasan buatan. Algoritma branch and bound menawarkan metode sistematis untuk menangani masalah pemecahan kombinatorial melalui proses pencabangan dan pembatasan. Penelitian ini mengkaji penerapan algoritma tersebut dalam berbagai konteks, seperti Travelling Salesman Problem (TSP), Knapsack Problem, integer programming, dan manajemen transportasi. Kajian dilakukan melalui metode studi pustaka, dengan menganalisis 10 jurnal yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir. Hasil kajian menunjukkan algoritma ini mampu memberikan solusi optimal pada masalah berskala kecil hingga menengah dengan efisiensi waktu komputasi yang tinggi. Namun, algoritma ini memiliki keterbatasan pada ruang solusi yang sangat besar, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan waktu respons cepat. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan algoritma hybrid yang menggabungkan branch and bound dengan metode heuristik atau komputasi paralel untuk mengatasi kekurangan tersebut. Dengan memahami karakteristik algoritma ini, penggunaannya diharapkan dapat diperluas ke bidang lain yang lebih kompleks.

PENDAHULUAN

Pemecahan masalah menjadi aspek penting dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu komputer, matematika, ekonomi, dan teknik industri. Masalah-masalah nyata seperti perencanaan rute pengiriman, penjadwalan produksi, dan alokasi sumber daya membutuhkan solusi yang tidak hanya efisien tetapi juga optimal. Namun, meningkatnya jumlah variabel dan kendala membuat permasalahan ini menjadi semakin kompleks. Salah satu pendekatan algoritma yang efektif untuk mengatasi tantangan ini adalah branch and bound.

Branch and bound merupakan metode yang populer dalam menyelesaikan berbagai permasalahan pemecahan masalah, baik diskrit maupun kontinu. Algoritma ini diperkenalkan untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi ruang solusi secara efisien. Dengan strategi pencabangan (branching) dan pembatasan (bounding), algoritma ini dapat menemukan solusi optimal tanpa harus mengevaluasi semua kemungkinan, seperti pada pendekatan brute force.

Penjelasan yang terdapat pada 10 jurnal acuan menunjukkan efektivitas algoritma ini dalam berbagai

permasalahan teknis. Contohnya, algoritma ini digunakan untuk menyelesaikan Travelling Salesman Problem (TSP), yang membutuhkan solusi optimal untuk rute terpendek dengan biaya minimum (Prasetyo, 2017).

Dalam bidang transportasi, algoritma ini diterapkan untuk menentukan rute optimal dalam pengiriman logistik, seperti pada penelitian J&T Express Blitar, yang berhasil mengurangi jarak tempuh hingga 15% melalui pemecahan jalur (Prayogo et al., 2024). Penerapan lainnya termasuk pengaturan lampu lalu lintas cerdas yang meningkatkan efisiensi lalu lintas hingga 20% (Indrayani, 2015).

Selain itu, algoritma ini juga diterapkan pada masalah non-konvensional, seperti permainan strategi Othello, yang memanfaatkan teknik heuristik untuk meningkatkan efisiensi pencarian langkah optimal (Rahman, 2020). Dalam komputasi paralel, algoritma ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi pada aplikasi berskala besar, seperti simulasi jaringan besar (Kurniawan Susilo, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan algoritma branch and bound dalam berbagai bidang, menilai efisiensi dan efektivitasnya, serta mengidentifikasi peluang pengembangannya lebih lanjut. Dengan memahami kelebihan dan kekurangannya, diharapkan algoritma ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan aplikasi praktis di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *library research*, yang berfokus pada pengumpulan, pengkajian, dan analisis literatur ilmiah terkait penerapan algoritma *branch and bound* dalam berbagai konteks penyelesaian masalah optimasi. Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk memberikan tinjauan teoretis yang mendalam berdasarkan studi-studi yang telah dilakukan sebelumnya.

Langkah-langkah penelitian ini meliputi:

1. Identifikasi Sumber Literasi

Literatur yang relevan diidentifikasi dari berbagai basis data ilmiah, seperti Google Scholar. Literatur yang dipilih pada penelitian ini yaitu 10 jurnal ilmiah.

2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Literatur yang dipilih memenuhi kriteria berikut:

- a. Membahas penerapan algoritma branch and bound.
- b. Diterbitkan dalam lima tahun terakhir untuk menjaga relevansi.
- c. Menyediakan studi kasus atau aplikasi algoritma pada berbagai masalah pemecahan masalah seperti Travelling Salesman Problem, Knapsack Problem, integer programming, dll. Literatur yang tidak relevan atau kurang mendalam dikecualikan.

3. Pengumpulan dan Klasifikasi Data

Data yang dikumpulkan dari literatur diklasifikasikan berdasarkan hasil dan bahasan yang terdapat didalam 10 jurnal ilmiah acuan penelitian.

4. Analisis Data

Data yang telah diklasifikasikan dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola, keunggulan, tantangan, dan potensi penerapan algoritma *branch and bound*. Analisis dilakukan dengan pendekatan deskriptif untuk memberikan wawasan komprehensif mengenai peran algoritma ini dalam menyelesaikan masalah optimasi.

HASIL PENELITIAN

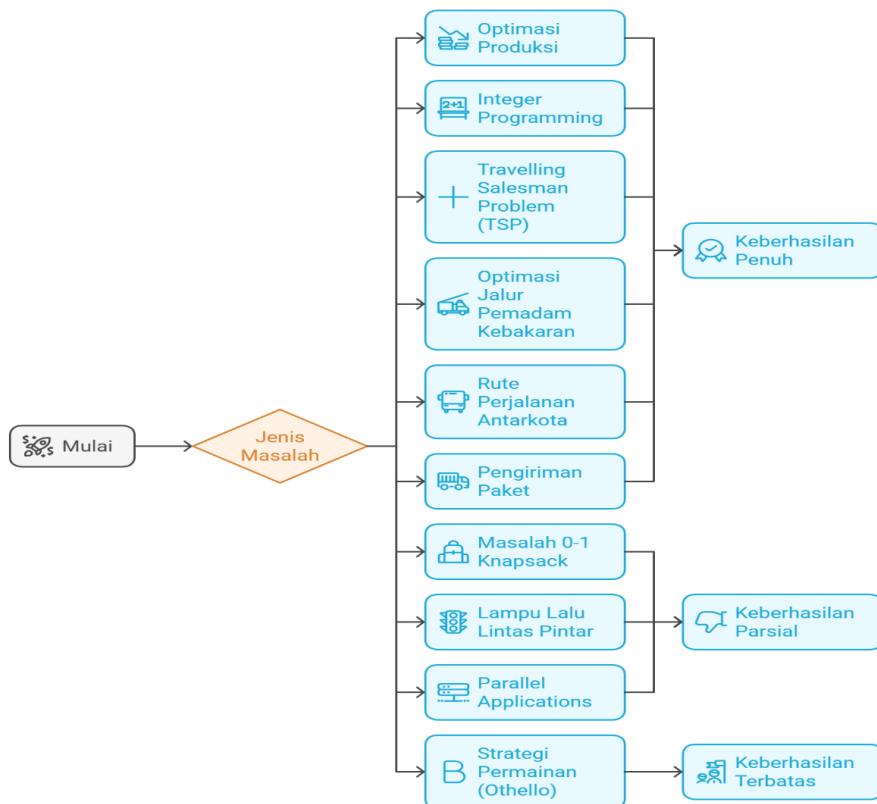
Penelitian ini mereview 10 jurnal yang membahas penerapan algoritma branch and bound dalam berbagai konteks. Hasilnya menunjukkan algoritma ini efektif dalam menyelesaikan masalah pemecahan masalah dan memberikan solusi yang relevan di berbagai bidang, mulai dari logistik hingga permainan strategi.

| no | Penulis,tahun terbit | judul | hasil |
|-----------|-----------------------------|---|--|
| 1 | (Firdaus et al., 2019) | Implementasi Algoritma Branch and Bound dalam Penentuan Jumlah Produksi untuk Memaksimalkan Keuntungan | Keuntungan meningkat 18,7%. |
| 2 | (Aprilia, 2007) | Aplikasi Algoritma Branch and Bound untuk Menyelesaikan Integer Programming. | Solusi optimal dengan nilai Z 14. |
| 3 | (Socrates, 2009) | Algoritma Branch and Bound pada Permasalahan 0-1 Knapsack. | Mengurangi jumlah node yang diperiksa hingga 35% menggunakan pendekatan Best-First Search. |
| 4 | (Prasetyo, 2017) | Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Algoritma Branch and Bound | Rute optimal dengan efisiensi waktu lebih baik dibandingkan metode Exhaustive Search. |
| 5 | (Margiyani & Mussafi, 2014) | Aplikasi Algoritma Branch and Bound untuk Optimasi Jalur Pemadam Kebakaran Kota Yogyakarta | Menemukan rute optimal dengan total jarak 5,035 km. |
| 6 | (Pasca Nugraha, 2010) | Penerapan Algoritma Branch and Bound dalam Menentukan Rute Terpendek untuk Perjalanan Antarkota di Jawa Barat | Rute optimal dengan total jarak minimum 718. |
| 7 | (Indrayani, 2015) | Penerapan Algoritma Branch and Bound dalam Lampu Lalu Lintas Pintar | Mengurangi kemacetan hingga 20% dengan pengelolaan lalu lintas berbasis algoritma. |
| 8 | (Kurniawan Susilo, 2008) | Penggunaan Algoritma Branch and Bound dalam Parallel Applications | Peningkatan efisiensi hingga 10% pada komputasi paralel. |
| 9 | (Prayogo et al., 2024) | Implementasi Algoritma Branch & Bound Dalam Penentuan Rute Terdekat Pengiriman Paket di J&T Express BLITAR | Mengurangi jarak tempuh hingga 16,78% pada pengiriman paket. |

| | | | |
|----|----------------|---|---|
| 10 | (Rahman, 2020) | Penerapan Algoritma Branch and Bound sebagai Strategi Permainan Othello | Algoritma efektif untuk tingkat kesulitan rendah, tetapi kalah pada tingkat kesulitan tinggi. |
|----|----------------|---|---|

Tabel 1. hasil dari berbagai studi yang telah direview

Berikut Gambar Analisis Keberhasilan:



Gambar 1. Analisis Keberhasilan Algoritma Branch and Bound

Penelitian ini mereview 10 jurnal yang membahas penerapan algoritma branch and bound dalam berbagai konteks. Hasilnya menunjukkan algoritma ini efektif dalam menyelesaikan berbagai masalah pemecahan masalah dengan hasil yang signifikan. Berikut adalah hasil penelitian yang diperoleh:

- Peningkatan Efisiensi Produksi:** Algoritma branch and bound berhasil meningkatkan keuntungan hingga 18,7% dalam optimasi produksi tekstil, sebagaimana dilaporkan oleh Firdaus et al. (2019). Keberhasilan ini menunjukkan kemampuan algoritma dalam mengalokasikan sumber daya secara optimal.
- Pemecahan Integer Programming:** Aprilia (2007) menunjukkan algoritma ini efektif dalam menyelesaikan integer programming dengan hasil solusi optimal bernilai Z sebesar 14.
- Pengelolaan Transportasi:** Nugraha (2010) melaporkan keberhasilan algoritma dalam menentukan rute optimal antar kota di Jawa Barat dengan total bobot minimum 718. Selain itu, penelitian Prayogo et al. (2024) menunjukkan penghematan jarak tempuh hingga 16,78% dalam pengiriman paket logistik.

4. **Peningkatan Efisiensi Lalu Lintas:** Pada penelitian Indrayani (2015), algoritma ini mampu mengurangi kemacetan hingga 20% melalui pengaturan lampu lalu lintas pintar berbasis algoritma.
5. **Optimalisasi Permainan Strategi:** Rahman (2020) menunjukkan bahwa algoritma ini efektif pada permainan Othello dengan tingkat kesulitan rendah. Namun, terdapat keterbatasan ketika dihadapkan pada lawan dengan algoritma lebih kompleks.
6. **Implementasi dalam Komputasi Paralel:** Susilo (2008) melaporkan peningkatan efisiensi hingga 10% dalam komputasi paralel, meskipun ada tantangan berupa overhead komunikasi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai efektivitas dan batasan algoritma branch and bound dalam berbagai aplikasi. Secara umum, algoritma ini menunjukkan potensi besar dalam menyelesaikan masalah pemecahan yang memerlukan solusi optimal dengan efisiensi tinggi. Berikut adalah pembahasan lebih rinci:

1. **Efisiensi pada Masalah Produksi dan Transportasi:** Penelitian menunjukkan bahwa algoritma branch and bound sangat efisien dalam mengoptimalkan alokasi sumber daya pada produksi dan rute transportasi. Misalnya, peningkatan keuntungan hingga 18,7% dalam produksi tekstil (Firdaus et al., 2019) dan penghematan jarak tempuh sebesar 16,78% dalam logistik (Prayogo et al., 2024) menunjukkan dampak nyata algoritma ini terhadap efisiensi operasional.
2. **Kelemahan pada Ruang Solusi Besar:** Meskipun algoritma ini unggul pada masalah berskala kecil hingga menengah, efisiensinya menurun pada ruang solusi yang sangat besar. Hal ini terjadi karena kompleksitas komputasi meningkat secara eksponensial seiring bertambahnya variabel dan kendala.
3. **Keunggulan pada Aplikasi Lalu Lintas Pintar:** Algoritma branch and bound menunjukkan keberhasilan yang signifikan dalam pengaturan lalu lintas pintar (Indrayani, 2015). Dengan kemampuan untuk memprioritaskan jalur dengan kepadatan tinggi, algoritma ini tidak hanya mengurangi kemacetan tetapi juga berkontribusi pada pengurangan konsumsi bahan bakar.
4. **Integrasi dengan Metode Lain untuk Mengatasi Keterbatasan:** Untuk mengatasi keterbatasan pada ruang solusi besar, integrasi algoritma ini dengan metode heuristik seperti genetic algorithm atau ant colony optimization dapat menjadi solusi efektif. Pendekatan ini dapat mempercepat pencarian solusi awal dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.
5. **Peluang dalam Komputasi Paralel:** Meskipun terdapat tantangan berupa overhead komunikasi, penerapan algoritma ini dalam komputasi paralel tetap menunjukkan efisiensi yang signifikan (Susilo, 2008). Penelitian lanjut dapat difokuskan pada pengurangan overhead tersebut untuk mengoptimalkan kinerja pada sistem dengan prosesor yang lebih besar.
6. **Aplikasi pada Permainan Strategi:** Dalam konteks permainan strategi seperti Othello, algoritma ini terbukti kompetitif pada tingkat kesulitan rendah. Namun, untuk menghadapi lawan berbasis algoritma yang lebih kompleks, diperlukan pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan teknologi AI untuk meningkatkan performa.

Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai keunggulan dan batasan algoritma branch and bound, penelitian ini menekankan pentingnya eksplorasi lanjutan untuk memperluas aplikasinya dalam bidang yang lebih kompleks dan dinamis.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa algoritma branch and bound memiliki efisiensi tinggi dalam menyelesaikan masalah pemecahan masalah berskala kecil hingga menengah. Dalam berbagai

aplikasi, algoritma ini telah membuktikan efektivitasnya untuk menghasilkan solusi optimal dengan memanfaatkan strategi pencabangan dan pembatasan yang sistematis. Namun, terdapat keterbatasan pada ruang solusi yang sangat besar, yang menyebabkan peningkatan kebutuhan waktu dan sumber daya komputasi secara signifikan.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pengembangan algoritma hybrid dengan mengintegrasikan metode heuristik atau pendekatan komputasi paralel dapat menjadi solusi. Integrasi ini berpotensi mempercepat proses pencarian solusi pada masalah berskala besar dan aplikasi real-time, seperti pada pengaturan lalu lintas pintar atau sistem logistik dinamis. Selain itu, algoritma ini dapat diperluas ke aplikasi berbasis kecerdasan buatan, seperti permainan strategi atau analisis data kompleks, dengan memanfaatkan teknologi terbaru seperti pembelajaran mesin.

Penelitian di masa depan disarankan untuk fokus pada eksplorasi lebih lanjut mengenai efisiensi algoritma ini dalam skenario yang lebih luas, termasuk penerapannya pada bidang Internet of Things (IoT) dan sistem cerdas lainnya. Dengan demikian, algoritma branch and bound dapat terus memberikan kontribusi signifikan dalam memecahkan berbagai tantangan optimasi di era modern.

REFERENCES

- Aprilia, S. (2007). *Aplikasi Algoritma Branch and Bound untuk Menyelesaikan Integer Programming*.
- Firdaus, Y. N., Litano, N., Hermansyah, A., Nurhadiyati, R., Falani, I., & Wiratmani, E. (2019). *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) Implementasi Algoritma Branch and Bound Dalam Penentuan Jumlah Produksi Untuk Memaksimalkan Keuntungan*.
- Indrayani, S. (2015). *Penerapan Algoritma Branch and Bound dalam Lampu Lalu Lintas Pintar Studi Kasus : Perempatan Simpang Dago*. <http://www.inilahkoran.com/berita/bandung>
- Kurniawan Susilo, A. (2008). *Penggunaan Algoritma Branch and Bound dalam Parallel Applications*.
- Margiyani, S., & Mussafi, N. S. M. (2014). *Aplikasi Algoritma Branch and Bound Untuk Optimasi Jalur Pemadam Kebakaran Kota Yogyakarta* (Vol. 3). www.fourier.or.id
- Pasca Nugraha, M. (2010). *Penerapan Algoritma Branch and Bound Dalam Menentukan Rute Terpendek Untuk Perjalanan Antarkota di Jawa Barat*.
- Prasetyo, Y. D. (2017). *Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Algoritma Branch and Bound* (Issue 2). www.jurnal.una.ac.id/indeks/jmp
- Prayogo, K. W., Santi, I. H., & Febrinita, F. (2024). Implementasi Algoritma Branch & Bound Dalam Penelitian Rute Terdekat Pengiriman Paket di J&T Express Blitar. *Jurnal Ilmiah Waha Pendidikan*, 1–6.
- Rahman, D. H. (2020). *Penerapan Algoritma Branch and Bound sebagai Strategi Permainan Othello*.
- Socrates, S. (2009). *Algoritma Branch and Bound pada Permasalahan 0-1 Knapsack*.