



Penerapan Metode Riset Operasi Menggunakan Linear Programming Untuk Penjadwalan Dan Alokasi Sumber Daya Dengan Bilangan Bulat

Elsa Trista Septiani¹, Muhamad Mahesa Bd²Nur Amalia³, dan Siti Alfianti⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Primagraha

Korespondensi penulis : Liaguelisss@gmail.com

ABSTRAK

ARTICLE INFO

Article history:

Received September 19, 2025

Revised November 12, 2025

Accepted November 25, 2025

Available online Desember 2, 2025

Kata Kunci: *Application of Operations; Research Methods; Linear Programming for Scheduling; Resource Allocation.*



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Author. Published by Paradigma..

Operations research methods, specifically linear programming with an integer approach, can be applied to assist the scheduling and resource allocation process in production environments. In many cases, companies face limitations in time, labor, and machine capacity, requiring calculation methods capable of providing the most efficient decisions. Through mathematical modeling based on integer linear programming, this study develops a solution that can determine optimal work schedules while allocating resources appropriately within existing constraints. The analysis shows that this method can reduce wasted time, improve capacity utilization, and facilitate more measured and systematic decision-making.

Resource scheduling and distribution are crucial components in many sectors, including manufacturing, transportation, education, and information systems. In practice, decision-making is often complicated by certain constraints, such as limited labor, machines, or indivisible work hours. To address these situations, Integer Linear Programming (ILP) is a frequently used method, particularly for optimization problems involving discrete variables. Through this literature

review, researchers analyze various studies that use ILP in the context of scheduling and resource distribution. The discussion covers modeling methods, solution methods such as branch and bound and cutting plane, and applications to various real-world case studies. The research demonstrates that ILP is capable of providing optimal or near-optimal solutions, even when faced with complex constraints.

1. PENDAHULUAN

Dalam era persaingan global dan tuntutan efisiensi yang semakin tinggi, organisasi di sektor industri, jasa, maupun pemerintahan dituntut untuk mampu mengelola sumber daya secara optimal. Keterbatasan sumber daya seperti tenaga kerja, mesin, waktu, dan anggaran membuat proses pengambilan keputusan menjadi semakin kompleks dan membutuhkan pendekatan yang terstruktur serta berbasis data. Tantangan-tantangan tersebut mendorong berkembangnya riset operasi (operations research) sebagai disiplin ilmu yang menyediakan seperangkat metode ilmiah untuk menganalisis dan memecahkan permasalahan pengalokasian sumber daya yang terbatas.



Salah satu pendekatan paling fundamental dalam riset operasi adalah linear programming (LP), yaitu metode matematis yang bertujuan mengoptimalkan fungsi tujuan di bawah seperangkat kendala linear. LP telah terbukti efektif dalam memaksimalkan keuntungan, meminimalkan biaya, maupun mengoptimalkan penggunaan sumber daya pada berbagai sistem operasional. Namun, banyak permasalahan nyata tidak selalu dapat diselesaikan oleh LP klasik karena solusi yang dihasilkan sering kali berupa nilai pecahan.

Dalam situasi operasional tertentu seperti jumlah karyawan, jumlah mesin yang digunakan, jumlah shift, atau jumlah unit aktivitas, keputusan tidak bisa diungkapkan dalam nilai pecahan. Karena itu, model Program Linear (LP) harus dikembangkan menjadi Pemrograman Linear Bilangan Bulat (ILP), yaitu model optimasi di mana beberapa atau semua variabel keputusan diwajibkan untuk berupa angka bulat.

Masalah penjadwalan dan pengalokasian sumber daya adalah contoh klasik yang sangat memerlukan pendekatan ILP. Sebagai contoh, dalam penjadwalan produksi, keputusan terkait pengaturan waktu mesin, urutan proses, dan jumlah shift yang dijalankan harus dinyatakan dalam angka bulat. Demikian juga dalam pengalokasian tenaga kerja, jumlah karyawan yang dipilih untuk setiap tugas tidak dapat berupa pecahan. Model ILP membuat keputusan tersebut dapat direpresentasikan secara realistis, sekaligus memberikan solusi terbaik dengan mempertimbangkan berbagai batasan seperti kapasitas, waktu, biaya, dan hubungan antar aktivitas.

Selain itu, perkembangan teknologi komputasi dan perangkat lunak pemodelan seperti LINGO, Gurobi, IBM ILOG CPLEX, dan Python-PuLP semakin memudahkan implementasi ILP dalam skala besar. Dengan kemampuan komputasi yang meningkat, model ILP yang kompleks dan memiliki banyak variabel kini dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih efisien. Hal ini memperluas peluang penerapan ILP pada berbagai bidang, seperti manufaktur, logistik, perencanaan transportasi, manajemen proyek, dan penentuan jadwal kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknik riset operasi, terutama pemrograman linier dengan angka bulat, dalam menyelesaikan masalah penjadwalan dan distribusi sumber daya. Sasaran utama dari penelitian ini adalah menciptakan model matematika yang bisa secara tepat mencerminkan permasalahan yang ada dan memberikan solusi terbaik yang dapat diterapkan dalam praktik. Dengan menganalisis kasus tertentu, penelitian ini juga berusaha untuk menilai seberapa efektif model ILP dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi waktu penyelesaian.

Melalui studi ini, diharapkan kita dapat memperoleh wawasan yang lebih baik tentang fungsi ILP dalam penjadwalan dan distribusi sumber daya, serta saran yang bisa digunakan untuk pengambilan keputusan dalam operasional berbagai organisasi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi pengembangan pengetahuan dalam bidang riset operasi, terutama dalam menciptakan model optimisasi yang sesuai dan dapat diterapkan pada masalah nyata yang bersifat diskrit dan terstruktur.

Kajian Teoritis:

Riset Operasi merupakan cabang ilmu yang menerapkan metode analitis dan matematika untuk mendukung pengambilan keputusan yang terbaik dalam keadaan yang rumit (Taha, 2017). Pemrograman Linear adalah metode matematis yang digunakan untuk memaksimalkan fungsi tujuan yang bersifat linier dengan batasan-batasan linier (Hillier and Lieberman, 2021). Pemrograman Linier Integer (ILP) merupakan teknik yang bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi tujuan linier dengan kendala-kendala yang juga linier tetapi



melibatkan variabel-variabel bilangan bulat (Hillier and Lieberman, 2021).

Dalam konteks tertentu, keputusan yang diambil dalam model perlu berupa angka bulat, contohnya jumlah kendaraan, rumah, atau lemari. Dalam hal ini, metode pemrograman linier biasa tidak dapat diterapkan. Sebagai solusi, digunakan pendekatan integer programming (IP), yang merupakan variasi dari pemrograman linier (LP) dengan tanpa asumsi bahwa variabel dapat dibagi. Pendekatan ini penting karena tidak semua keputusan dapat direpresentasikan dalam angka desimal. Sebagai ilustrasi, jika keputusan yang diambil berkaitan dengan jumlah unit produk yang harus diproduksi untuk mendapatkan keuntungan maksimum, angka seperti $10/3$ tidak dapat diterapkan karena produksi tidak dapat dilakukan dalam satuan pecahan. Dalam situasi ini, keputusan harus diambil antara memproduksi 3 atau 4 unit.

Penjadwalan dan Alokasi Sumber Daya adalah proses yang digunakan untuk menentukan urutan tugas dan distribusi sumber daya yang paling efektif untuk mencapai tujuan yang diinginkan (Pinedo, 2016). Model Matematika adalah representasi matematis dari sistem atau masalah yang kompleks (Brucker, 2018).

Banyak penelitian telah menggunakan ILP untuk membuat jadwal yang optimal, contohnya dalam bidang pendidikan (penjadwalan mata pelajaran), sektor industri (penjadwalan produksi), dan transportasi (jadwal pengiriman barang). Model ILP memberikan fleksibilitas tinggi dalam mengatasi batasan yang kompleks, seperti ketersediaan sumber daya, prioritas tugas, dan batasan waktu.

Teori yang berkaitan dengan studi ini mencakup Teori Optimasi, Teori Penjadwalan, Teori Alokasi Sumber Daya, serta Teori Pemrograman Linier. Masalah ini sangat cocok ditangani menggunakan ILP karena biasanya melibatkan keputusan yang bersifat biner (digunakan atau tidak) atau jumlah dalam bilangan bulat. ILP dapat memodelkan berbagai jenis masalah dalam alokasi seperti penugasan tugas ke mesin, penugasan staf ke shift kerja, dan pengalokasian kendaraan pada rute tertentu. Model ini menyediakan solusi yang terstruktur dan dapat diandalkan, meskipun terkadang membutuhkan waktu komputasi yang cukup lama.

2. METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan studi pustaka yang bersifat kualitatif dan deskriptif. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mengenali, mengelompokkan, dan menganalisis berbagai pembahasan dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penerapan program linear bilangan bulat, penjadwalan, serta alokasi sumber daya.

Dalam Metode penelitian operasi:

1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari berbagai literatur sekunder yang diperoleh dari basis data ilmiah, seperti Google Scholar, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink, Scopus, dan ProQuest. Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan tiga kriteria:

- a. Relevansi dengan topik,
- b. Tahun terbit (dibatasi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir),
- c. Kualitas jurnal (terindeks di tingkat nasional atau internasional).

Artikel yang tidak membahas ILP atau tidak relevan dengan penjadwalan dan alokasi sumber daya otomatis tidak akan disertakan.

2. Prosedur Pengumpulan Data



Proses pengumpulan data dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

- a. Mengidentifikasi kata kunci pencarian, seperti integer linear programming, penjadwalan, alokasi sumber daya, optimisasi, dan penjadwalan sumber daya.
 - b. Memilih artikel yang memenuhi kriteria yang telah ditetapkan.
 - c. Mengelompokkan artikel berdasarkan bidang aplikasinya, seperti industri, pendidikan, transportasi, atau kesehatan.
 - d. Mencatat model ILP yang digunakan, metode penyelesaian yang diterapkan, dan hasil yang diperoleh dari masing-masing penelitian.
3. Analisis Data
- Analisis dilakukan dengan cara deskriptif dengan memperhatikan beberapa aspek utama, seperti:
- a. Jenis masalah yang dapat diatasi menggunakan PLBB,
 - b. Cara struktur model ILP disusun (fungsi tujuan, batasan, dan variabel),
 - c. Metode penyelesaian yang diterapkan, seperti Branch and Bound, Cutting Plane, atau Branch and Cut,
 - d. Kelebihan dan kelemahan metode ILP pada masing-masing penelitian,
 - e. Perbandingan kualitas solusi di antara berbagai studi,
 - f. Serta tren terbaru dalam penelitian dan celah yang belum banyak dikaji.

Untuk memastikan akurasi data, semua literatur yang digunakan berasal dari jurnal terpercaya dan sudah melewati proses peer-review.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis dari berbagai jurnal internasional dan nasional, ditemukan bahwa Pemrograman Linear Bilangan Bulat (Integer Linear Programming/ILP) adalah metode yang paling banyak dipilih untuk menangani isu-isu yang berhubungan dengan penjadwalan dan distribusi sumber daya. Sebagian besar penelitian yang dilakukan dalam dekade terakhir menunjukkan bahwa ILP dianggap efektif, karena mampu memberikan solusi yang optimal, bukan hanya solusi yang mendekati optimal.

1. Penerapan ILP pada Penjadwalan Produksi

Beberapa penelitian menjelaskan bahwa ILP digunakan untuk mengatur jadwal produksi agar waktu proses lebih singkat dan penggunaan mesin menjadi lebih efisien. Hasil literatur menunjukkan:

- a. ILP mampu mengurangi bottleneck.
- b. ILP membantu meminimalkan waktu menganggur mesin.
- c. ILP meningkatkan output karena penjadwalan lebih terstruktur.

Penelitian-penelitian ini umumnya memanfaatkan model dengan fungsi objektif untuk meminimalkan makespan atau memaksimalkan utilisasi sumber daya.

2. ILP dalam Alokasi Sumber Daya

Dalam hal alokasi sumber daya, ILP diterapkan untuk mengoptimalkan distribusi tenaga kerja, mesin, ruang, atau material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Model ILP berhasil memberikan pembagian sumber daya yang adil dan efisien.

- a. Penerapannya sangat membantu terutama pada industri dengan sumber daya terbatas.
- b. ILP sering dipadukan dengan metode heuristik agar proses perhitungan lebih cepat.

3. Teknik Penyelesaian ILP yang Paling Banyak Dipakai



Dari artikel yang dianalisis, terdapat beberapa teknik yang dominan digunakan:

- a. Branch and Bound yaitu paling umum, memberikan solusi optimal tetapi membutuhkan waktu lebih lama untuk kasus besar.
- b. Cutting Plane yaitu digunakan pada model besar, mengurangi kompleksitas.
- c. Branch and Cut yaitu kombinasi dua teknik sehingga lebih efisien.

Mayoritas studi menyatakan bahwa perkembangan perangkat lunak (seperti LINGO, CPLEX, dan Gurobi) membantu penyelesaian ILP menjadi lebih cepat.

4. Tren dan Celah Penelitian

Hasil studi menemukan bahwa tren terbaru penelitian ILP mengarah pada:

- a. Penerapan ILP dalam sistem berbasis AI.
- b. ILP untuk penjadwalan real-time.
- c. Kombinasi ILP dengan metaheuristik, seperti GA dan PSO.

4. SIMPULAN

Dari hasil peninjauan literatur, dapat disimpulkan bahwa Pemrograman Linier Bilangan Bulat (ILP) adalah metode yang efisien dalam mengatasi masalah penjadwalan serta pengaturan sumber daya di berbagai bidang industri. Pendekatan ini dapat menghasilkan solusi yang tepat, terukur, dan mudah untuk diterapkan, dengan bantuan teknik penyelesaian seperti Branch and Bound atau Branch and Cut yang telah terbukti menghasilkan hasil optimal meskipun memerlukan waktu komputasi yang spesifik. Temuan-temuan tersebut membuka peluang pengembangan lebih lanjut, khususnya dalam merumuskan model ILP yang lebih adaptif terhadap ketidakpastian dan lebih relevan bagi kebutuhan industri skala kecil hingga menengah.

Selanjutnya, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model yang lebih kompleks seperti *mixed integer programming* (MIP) atau *goal programming* agar mampu menangani tujuan ganda, batasan dinamis, dan hubungan variabel yang tidak linier. Selain itu, pemodelan idealnya diuji menggunakan data operasional yang lebih beragam guna meningkatkan akurasi serta daya guna model di lapangan. Implementasi praktis juga dapat diperkuat melalui pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis komputer agar proses simulasi dan optimasi dapat dilakukan secara real-time. Penelitian mendatang juga perlu membandingkan kinerja ILP dengan metode optimasi alternatif misalnya *genetic algorithm*, *simulated annealing*, atau *tabu search* untuk menilai efisiensi komputasi dan kualitas solusinya. Terakhir, analisis sensitivitas dan uji robustness perlu dilakukan agar model dapat tetap andal ketika menghadapi variasi parameter maupun ketidakpastian dalam kondisi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Allahverdi, A. (2020). A survey on scheduling problems involving setup times and costs. *European Journal of Operational Research*.
<https://scholar.google.com/scholar?q=Allahverdi+2020+scheduling+setup+times>
- Azizah, M., Lubis, SAP, Murdani, M., Dalimuntha, IM, & Ginting, SSB (2025). Studi Literatur tentang Penerapan Program Linear Bilangan Bulat dalam Optimasi Penjadwalan dan Alokasi Sumber Daya. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 3 (4), 89-96.
- Bertsimas, D., & Weismantel, R. (2005). *Optimization over Integers*. Princeton University



Press. <https://scholar.google.com/scholar?q=Bertsimas+Weismantel+Optimization+over+Integers>
Blazewicz, J., Ecker, K. H., Pesch, E., Schmidt, G., & Weglarz, J. (2019). Scheduling in Computer and Manufacturing Systems. Springer.

<https://scholar.google.com/scholar?q=Blazewicz+Scheduling+in+Computer+and+Manufacturing+Systems>

Kerkhove, L., et al. (2017). Solving Resource Allocation Using Integer Linear Programming. Journal of Optimization.

<https://scholar.google.com/scholar?q=Solving+Resource+Allocation+Using+Integer+Linear+Programming+Kerkhove+2017>

Li, H., & Chen, Y. (2014). An integer programming model for production scheduling. International Journal of Production Research.

<https://scholar.google.com/scholar?q=Li+Chen+2014+integer+programming+production+scheduling>

Méndez, C. A., et al. (2006). State-of-the-art study on scheduling in process industries. Computers & Chemical Engineering.

<https://scholar.google.com/scholar?q=M%C3%A9ndez+2006+state+of+the+art+scheduling+process+industries>

Pinedo, M. (2016). Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems. Springer.

<https://scholar.google.com/scholar?q=Pinedo+2016+Scheduling+Theory+Algorithms+and+Systems>
s