

TINJAUAN SISTEMATIS LITERATUR (SLR) TENTANG METODE PRIMAL DUAL SEBAGAI PENDEKATAN EFISIEN DALAM PEMECAHAN MASALAH OPTIMASI DAN ALOKASI SUMBER DAYA

Muhammad Andika¹, Zefri Yenni²
Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah artikel:

Received: 9 Nov 2025

Revised: 20 Des 2026

Accepted: 25 Jan 2026

Published: 21 Feb 2026

Kata kunci:

Primal–Dual;

Optimasi;

Alokasi Sumber Daya;

Systematic Literature Review;

Prisma

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi pemanfaatan pendekatan primal–dual dan variannya dalam menyelesaikan persoalan optimasi serta perencanaan dan alokasi sumber daya pada berbagai sistem operasi. Metode yang digunakan adalah *systematic literature review* berbasis pedoman PRISMA, dengan sumber data dari Scopus dan kata kunci terkait *primal–dual neural network*, *resource planning and scheduling*, serta *algorithmic efficiency* untuk periode 2021–2025. Dari 121 artikel yang terjaring, hanya 7 studi yang lolos kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Hasil telaah menunjukkan bahwa model dan algoritma berbasis primal–dual mampu menurunkan *makespan* dan keterlambatan, menghemat konsumsi energi, meningkatkan pemanfaatan sumber daya kritis, serta memperbaiki akurasi dan mutu layanan pada konteks manufaktur berbasis IIoT, penjadwalan produksi dan multi-proyek, layanan kesehatan, maupun otomasi robotik. Dari sisi manajerial, temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan primal–dual berpotensi menjadi landasan perancangan sistem operasi yang lebih efisien, adaptif, dan kompetitif, meskipun penerapan pada skala yang lebih luas serta integrasi dengan data *real-time* masih diperlukan untuk memperkuat bukti empiris dan memastikan kesesuaian di berbagai sektor.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [lisensi CC BY-SA](#).



Penulis yang sesuai:

Muhammad Andika

Departemen ekonomi, Fakultas ekonomi dan bisnis

Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, indonesia

Email: mandika1918@gmail.com

PENDAHULUAN

Di zaman digital yang sedang berubah dan kompetisi bisnis yang semakin rumit, organisasi perlu membuat keputusan strategis yang didasarkan pada data dan penggunaan sumber daya yang efisien. Salah satu kendala utama dalam pengambilan keputusan oleh manajer adalah cara untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya yang terbatas agar tujuan organisasi dapat dicapai dengan cara yang efektif dan efisien. Masalah ini biasanya dapat digambarkan melalui pendekatan optimasi, yaitu sebuah proses matematis untuk menemukan solusi terbaik dari sejumlah pilihan yang ada dengan mempertimbangkan kriteria tertentu. (Baardman et al., 2023)

Salah satu teknik yang semakin populer dalam optimasi adalah pendekatan primal-dual, yang berasal dari teori pemrograman linear dan non-linear. Dengan pendekatan ini, keputusan dapat

diambil dari dua sudut pandang yang saling melengkapi, yakni masalah utama dan masalah turunan. Hal ini memungkinkan untuk menemukan solusi terbaik dengan efisiensi komputasi yang lebih tinggi. Dalam manajemen, penerapan pendekatan primal-dual memiliki peluang besar untuk meningkatkan efektivitas di berbagai bidang seperti perencanaan produksi, logistik, pengelolaan rantai pasok, dan pengalokasian sumber daya keuangan serta operasional. (Kia et al., 2023)

Kebutuhan yang semakin meningkat untuk efisiensi dalam pengambilan keputusan berdasarkan optimasi membuat kajian sistematis tentang metode primal-dual semakin krusial. Melalui Tinjauan Literatur Sistematis (Systematic Literature Review/SLR), penelitian ini bertujuan untuk menemukan, mengategorikan, dan menilai berbagai penelitian sebelumnya yang membahas penggunaan metode primal-dual dalam menyelesaikan masalah optimasi dan distribusi sumber daya. Pilihan pendekatan SLR diambil karena dapat memberikan pandangan menyeluruh mengenai perkembangan metodologi, kelebihan, dan tantangan dalam penerapan metode ini di berbagai sektor organisasi dan industri. (Bajovi, n.d.2020)

Oleh karena itu, studi ini diharapkan untuk memberikan sumbangan teoritis yang dapat memperkaya literatur mengenai manajemen yang berfokus pada analisis kuantitatif. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberi kontribusi praktis kepada para pemangku keputusan dalam menentukan cara optimasi yang efektif dan responsif terhadap perubahan dalam dunia bisnis saat ini.

TINJAUAN LITERATUR

Metode Primal–Dual

Pendekatan matematis untuk optimasi ini memperhitungkan secara bersamaan masalah utama dan masalah dual agar bisa mencapai solusi yang optimal atau hampir optimal dengan efisiensi pengolahan yang lebih baik. Metode ini memungkinkan pembuatan solusi baik untuk masalah primal maupun dual pada waktu yang sama, serta membuktikan kualitas solusi melalui perbandingan antara nilai primal dan dual. Oleh sebab itu, metode ini banyak digunakan dalam pemrograman linear, optimasi kendali, dan pengalokasian sumber daya dalam sistem yang kompleks. (Bajovi, n.d.2020)

Pemecahan Masalah Optimasi

proses yang terstruktur di mana sebuah organisasi atau sistem menentukan pilihan terbaik dari beberapa opsi yang ada untuk mengurangi biaya atau meningkatkan keuntungan, dengan memperhatikan batasan sumber daya dan kendala operasional. Dalam perspektif manajemen saat ini, langkah ini meliputi pengenalan variabel keputusan, penentuan fungsi tujuan, penentuan batasan dan kemudian penerapan model matematika seperti pemrograman linier, non-linier, atau meta-heuristik untuk mencapai efisiensi maksimal dalam penggunaan sumber daya operasional dan strategis. (Group, 2024)

Alokasi Sumber Daya

Penentuan dan distribusi sumber daya yang terbatas seperti modal, tenaga kerja, material, dan teknologi kepada berbagai pilihan kegiatan atau unit organisasi dikenal sebagai alokasi sumber daya. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan pencapaian sasaran strategis. Dalam konteks manajemen operasional, ketika membuat keputusan alokasi, penting untuk memperhitungkan kriteria seperti efisiensi biaya, waktu, dan hasil, serta mempertimbangkan konflik antarunit dan prioritas yang dimiliki organisasi. Oleh karena itu, alokasi sumber daya tidak hanya melibatkan distribusi secara mekanis tetapi juga mencakup aspek strategis yang mempengaruhi kemampuan organisasi dalam menanggapi perubahan lingkungan dan mencapai keunggulan operasional. (Thomas, 2024)

Systematic Literature Review (SLR)

SLR adalah metode riset yang dirancang untuk secara sistematis dan transparan mengidentifikasi, memilih, mengevaluasi, dan menyatukan semua publikasi ilmiah yang relevan dengan pertanyaan penelitian tertentu. Metode ini mengikuti protokol yang telah disiapkan sebelumnya, sehingga pencarian, pemilihan, dan analisis literatur dapat diulang dan mengurangi bias. SLR berbeda dari tinjauan naratif tradisional karena fokus pada pengumpulan bukti secara menyeluruh dan penjelasan metodologi yang jelas saat melakukan tinjauan. Dengan cara ini, SLR memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan yang berdasarkan bukti serta pengembangan agenda penelitian di masa depan. (Page et al., 2021)

Metode Prisma

Metode PRISMA adalah panduan standar internasional yang bertujuan untuk meningkatkan keterbukaan, akuntabilitas, dan kemungkinan pengulangan dalam pelaksanaan ulasan sistematis dari literatur dan meta-analisis. Proses ini dilakukan melalui serangkaian langkah yang teratur, mulai dari menemukan, memilih, menyaring, hingga menyusun hasil penelitian. Dengan menggunakan diagram dan daftar periksa yang terdiri dari 27 poin, PRISMA memudahkan peneliti untuk melaporkan dengan jelas alasan ulasan, teknik yang dipakai, hasil yang didapat, dan batasan-batasan penelitian. Hal ini memungkinkan pembaca untuk menilai keandalan dan relevansi ulasan tersebut. Oleh karena itu, metode PRISMA kini dianggap sebagai standar metodologi dalam penelitian manajemen dan optimasi, ketika peneliti ingin memastikan bahwa analisis literatur mereka dilaksanakan dengan cara yang menyeluruh, sistematis, dan dapat diulang. (Page et al., 2021)

Watase Uake

Watase UAKE merupakan sebuah platform online yang dibangun untuk mendukung kerja sama penelitian antara para peneliti dan mahasiswa, khususnya dalam melakukan Systematic Literature Review (SLR). Dengan menggunakan Watase UAKE, pengguna dapat menikmati berbagai fitur, seperti pengelompokan jurnal berdasarkan SCImago Research Group, penyaringan artikel mengikuti protokol PRISMA, pengambilan dan pengelompokan artikel, serta visualisasi data dan pembuatan laporan secara otomatis. Platform ini diluncurkan pada tahun 2018 dan mulai lebih banyak digunakan oleh berbagai universitas di Indonesia sejak tahun 2020. (Page et al., 2021)

METODE

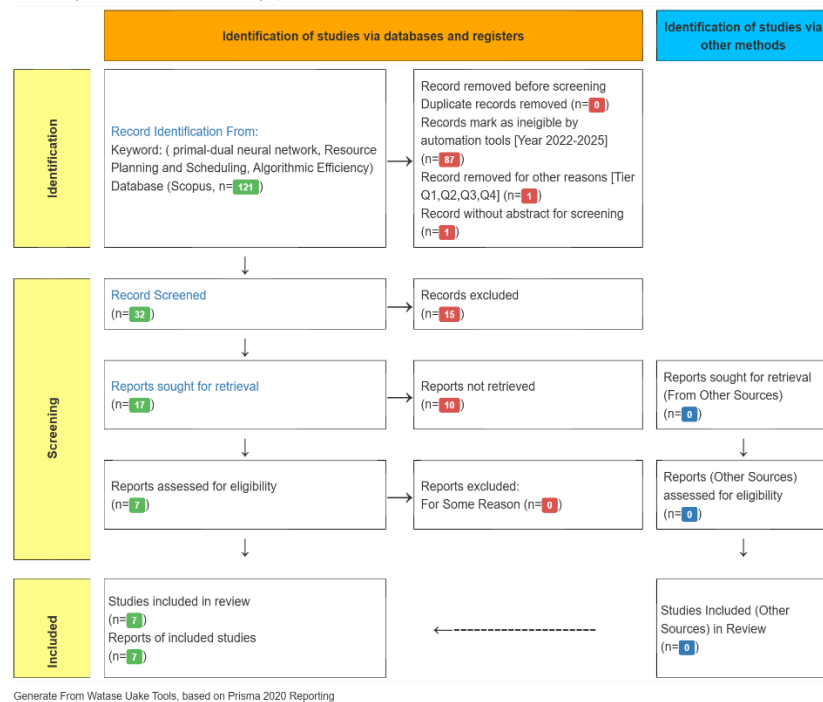
Penelitian ini adalah ulasan literatur sistematis mengenai keuangan berkelanjutan dan keuangan hijau. Ini dilakukan dengan pendekatan Tinjauan Literatur Sistematis (SLR) dan mengikuti petunjuk PRISMA (Item Pelaporan yang Disukai untuk Tinjauan Sistematis dan Meta-Analisis). Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil dalam metode penelitian ini:

1. Menentukan kata kunci dan strategi pencarian yang sesuai untuk mengumpulkan studi relevan dari basis data Scopus yang memenuhi kriteria Q1 dan Q2.
2. Melakukan seleksi studi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan dengan mengikuti langkah-langkah PRISMA (identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi).
3. Mengambil data relevan dari studi yang terpilih, seperti informasi penulis, tahun publikasi, metodologi, dan hasil utama.
4. Mengukur kualitas atau risiko bias dari studi yang dimasukkan dengan menggunakan alat penilaian yang tepat.
5. Menggabungkan hasil studi terpilih dengan memberikan ringkasan secara deskriptif atau naratif dari hasil utama yang didapat dari studi yang ditinjau.

Di tahap ini, penelitian SLR memiliki peran sebagai kajian teoretis dan juga sebagai fondasi ilmiah yang mendukung pengembangan penelitian baru mengenai Metode Primal Dual untuk melakukan pendekatan yang lebih efisien dalam menyelesaikan masalah optimasi serta pengalokasian sumber daya.

Dalam mengumpulkan referensi, penelitian ini menggunakan platform Watase UAKE, yang merupakan sistem pencarian literatur yang terhubung dengan API Scopus. Dengan aplikasi ini, para peneliti bisa mendapatkan sumber akademik yang dapat dipercaya dan berasal dari jurnal yang memiliki reputasi, dengan peringkat dari Q1 hingga Q4. Setelah melalui proses seleksi, didapatkan sembilan artikel yang relevan dengan periode publikasi antara 2022 hingga 2025, yang kemudian dijadikan landasan utama dalam analisis dan pembahasan topik penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. SLR dengan Metode Prisma Sumber: Diolah Sendiri Penulis (2025)

Diagram PRISMA menggambarkan langkah-langkah dalam systematic literature review yang dimulai dengan 121 artikel dari Scopus dengan kata kunci "primal-dual neural network," "resource planning and scheduling," dan "algorithmic efficiency. " Dalam bagian identifikasi, 87 artikel ditolak karena tidak memenuhi kriteria tahun publikasi antara 2022 dan 2025, satu artikel ditolak karena tier jurnal, dan satu artikel lagi tidak memiliki abstrak, sehingga menyisakan 32 artikel untuk tahap penyaringan.

Pada proses skrining, 15 artikel dianggap tidak relevan, meninggalkan 17 artikel yang penuh untuk dicari naskah lengkapnya. Dari jumlah tersebut, 10 artikel tidak dapat diakses, sehingga hanya ada 7 artikel yang siap untuk penilaian kelayakan penuh, dan semuanya memenuhi kriteria inklusi. Akhirnya, 7 studi tersebut dimasukkan dalam review, tanpa penambahan dari sumber lain. Dari sisi manajerial, alur ini menunjukkan proses pemilihan yang teliti dan transparan, di mana hanya sekitar 5,8% dari artikel awal digunakan sebagai dasar analisis, sehingga temuan tentang metode primal-dual dalam optimasi dan alokasi sumber daya memiliki tingkat kredibilitas yang tinggi.

Tabel 1

Hasil pencarian untuk artikel yang memenuhi persyaratan

No	(Autors, Years)	Title	Journal	Citation	Journal Rank	Hasil Penelitian
1	(Elisa et al., 2024)	Algorithmic Efficiency Analysis in Innovation-Driven Labor Markets A Super-SBM and Malmquist Productivity Index Approach	Algorithms	0	Q2	Artikel ini, dengan menggunakan pendekatan <i>mixed methods</i> berupa analisis citra satelit Landsat untuk melihat perubahan tutupan lahan 1990–2017, pelacakan jalur jelajah gajah secara langsung, serta fokus grup dan wawancara mendalam dengan warga, pengguna jalan

						dan pejabat konservasi, menyimpulkan bahwa koridor satwa Katavi–Mahale di Tanzania mengalami degradasi serius akibat ekspansi pertanian, permukiman dan ternak yang mengurangi hutan miombo, membatasi penggunaan koridor oleh gajah (meski masih dipakai berbagai ungulata) dan memicu konflik manusia–satwa berupa kerusakan tanaman, serangan ternak dan ancaman terhadap keselamatan manusia di semua desa sekitar sehingga pemulihan koridor menuntut pembatasan permukiman baru dan kebijakan tata kelola lahan yang lebih kuat dan berkeadilan bagi konservasi dan kebutuhan hidup masyarakat..
2	(Kwon et al., 2025)	<i>Real-Time Task Scheduling and Resource Planning for IIoT-Based Flexible Manufacturing with Human-Machine Interaction</i>	<i>Mathematics</i>	0	Q2	Artikel ini, melalui penelitian kuantitatif berbasis pemodelan matematis dan simulasi komputasi pada berbagai skenario beban kerja di lingkungan Flexible Manufacturing System berbasis IIoT, menyimpulkan bahwa kerangka kerja perencanaan sumber daya RP-FMS yang secara simultan mengoptimalkan kecepatan prosesor (DVFS), penempatan memori, dan keputusan offloading ke edge/cloud mampu menghemat energi hingga sekitar 73% dibanding sistem dasar, tetap menjaga kepatuhan tenggat waktu

						100% untuk seluruh tugas produksi, serta mempertahankan latensi rendah bagi tugas interaksi pengguna sehingga dinilai efektif dan adaptif untuk mendukung sistem manufaktur cerdas yang berkelanjutan
3	(Jian et al., 2025)	<i>Performing task automation for surgical robot A spatial-temporal varying primal-dual neural network with guided obstacle avoidance and null space optimization</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	1	Q1	penelitian eksperimental berbasis simulasi dan uji coba pada robot bedah redundan Diana7 Med, dengan menerapkan kerangka <i>quadratic programming</i> berbasis kontrol kecepatan yang diselesaikan menggunakan metode <i>spatial-temporal varying primal-dual neural network</i> (STV-PDNN) lengkap dengan <i>guided obstacle avoidance</i> , optimasi <i>null space</i> , serta mekanisme umpan balik dan umpan maju, sistem mampu mengotomatiskan proses penyesuaian alat-target dan pelacakan lintasan pengeboran sekrup pedikel secara aman dengan rata-rata kesalahan posisi titik masuk 0,641 mm, kesalahan posisi target 0,056 mm, dan kesalahan sudut 0,497°, yang menunjukkan kinerja lebih baik dibanding metode pembandingan.
4	(Hao et al., 2022)	<i>An improved path planning algorithm based on artificial potential field and primal-dual neural network for surgical robot</i>	<i>Computer Methods and Programs in Biomedicine</i>	20	Q1	Artikel ini menggunakan metode penelitian kuantitatif melalui pengembangan algoritma, simulasi numerik pada robot KUKA LBR iiwa7, serta uji coba eksperimental dengan robot Diana7,

						dan menyimpulkan bahwa kombinasi algoritma Artificial Potential Field yang telah diperbaiki dan Primal–Dual Neural Network mampu menghasilkan perencanaan lintasan robot bedah tulang belakang yang otonom dengan keamanan dan akurasi gerak yang tinggi.
5	(Hasani et al., 2022)	<i>Auxiliary resource planning in a flexible flow shop scheduling problem considering stage skippin</i>	<i>Computers & Operations Research</i>	16	Q1	Artikel ini menggunakan metode penelitian kuantitatif berupa pemodelan matematis mixed-integer linear programming yang dikombinasikan dengan simulasi komputasi dan eksperimen numerik memakai algoritma genetika, simulated annealing, serta enhanced PSO, dan menyimpulkan bahwa model penjadwalan flexible flow shop yang diusulkan mampu menentukan jumlah sumber daya bantu (auxiliary resources) yang paling efisien sehingga makespan dan biaya total produksi dapat diminimalkan sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan mesin di bawah berbagai keterbatasan operasional.
6	(Saif et al., 2023)	<i>Coordinated Planning and Scheduling of Multiple Projects With New Projects Arrival Under Resource Constraint Using</i>	<i>IEEE Access</i>	2	Q1	Artikel ini menggunakan metode penelitian kuantitatif melalui pemodelan matematis dan eksperimen komputasi pada berbagai skenario data sederhana, data <i>benchmark</i> , dan kasus perusahaan untuk

		<i>Drum Buffer Rope Heuristic</i>				menguji heuristik Drum Buffer Rope (DBRH) yang mengintegrasikan perencanaan tingkat tinggi dan menengah dalam lingkungan multi-proyek terbatas sumber daya secara <i>rolling horizon</i> , dan disimpulkan bahwa DBRH mampu menurunkan total keterlambatan proyek serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya kritis secara lebih baik dibandingkan algoritma pembandingan seperti GA, SA, dan variannya.
7	(Zhao & Wen, 2022)	<i>Dynamic planning with reusable healthcare resources application to appointment scheduling</i>	<i>Flexible Services and Manufacturing Journal</i>	5	Q1	Artikel ini, melalui pengembangan model <i>online matching</i> untuk sumber daya kesehatan yang dapat digunakan kembali dengan pendekatan pemrograman dinamis, aproksimasi fungsi nilai linear, serta pengujian melalui simulasi numerik dan studi kasus data nyata, menyimpulkan bahwa algoritma Marginal Value Approximation yang diusulkan mampu mengalokasikan slot layanan kesehatan secara lebih efisien dan menghasilkan pendapatan lebih tinggi dibandingkan metode <i>greedy</i> , <i>inventory balancing</i> , dan <i>rank-based allocation</i> .

Tabel tersebut merangkum tujuh artikel utama yang menjadi rujukan dalam kajian ini, dengan rentang terbit 2021–2025 dan mayoritas dimuat pada jurnal bereputasi Q1 seperti *Expert Systems with Applications*, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *Computers & Operations Research*, *IEEE Access*, serta *Flexible Services and Manufacturing Journal*, sementara dua lainnya terbit di jurnal Q2 (*Algorithms* dan *Mathematics*) dengan jumlah sitasi yang masih rendah karena tergolong publikasi baru. Secara umum, seluruh penelitian menggunakan pendekatan

kuantitatif berupa pemodelan matematis, *mixed-integer programming*, pemrograman dinamis, serta simulasi komputasi dan eksperimen numerik yang diterapkan pada konteks penjadwalan dan perencanaan sumber daya di berbagai domain, seperti manufaktur cerdas, robot bedah, sistem multi-proyek, hingga layanan kesehatan. Hasil-hasil studi tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa model dan algoritma yang diusulkan mulai dari optimasi kecepatan prosesor dan *offloading* komputasi, kombinasi *primal-dual neural network* untuk perencanaan lintasan robot, model penjadwalan *flexible flow shop*, heuristik Drum Buffer Rope, hingga algoritma *Marginal Value Approximation*—mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, menurunkan makespan dan keterlambatan, mengurangi konsumsi energi, serta memperbaiki kinerja layanan dan akurasi sistem dibandingkan pendekatan konvensional, sehingga tabel ini secara keseluruhan menggambarkan kecenderungan literatur terkini yang menekankan optimasi dan algoritma cerdas dalam mendukung keputusan perencanaan dan alokasi sumber daya.

DISKUSI

ini menunjukkan bahwa berbagai varian metode primal-dual secara konsisten efektif digunakan sebagai kerangka optimasi dan pengalokasian sumber daya di beragam konteks, mulai dari penjadwalan tugas real-time pada sistem manufaktur berbasis IIoT, perencanaan lintasan robot untuk operasi bedah, penjadwalan *flexible flow shop* dan multi-proyek, hingga pengaturan jadwal layanan kesehatan; seluruh penelitian yang dikaji menerapkan pendekatan kuantitatif melalui pemodelan matematis, pemrograman dinamis, *primal-dual neural network*, serta beragam heuristik cerdas yang terbukti mampu menurunkan makespan dan keterlambatan, menghemat konsumsi energi, meningkatkan pemanfaatan sumber daya kritis, serta memperbaiki akurasi dan kualitas layanan dibandingkan metode tradisional. Dari sudut pandang manajemen, temuan ini mengisyaratkan bahwa pendekatan primal-dual tidak hanya penting di ranah komputasi, tetapi juga memberikan nilai strategis bagi pengambil keputusan dalam merancang sistem operasi yang lebih efisien, responsif, dan adaptif terhadap perubahan permintaan. Namun demikian, sebagian besar studi masih bertumpu pada simulasi dan studi kasus dengan cakupan terbatas sehingga generalisasi ke berbagai sektor dan tipe organisasi memerlukan uji implementasi yang lebih luas, integrasi dengan data real-time, serta eksplorasi di area manajerial lain seperti perencanaan kapasitas layanan publik, pengelolaan portofolio proyek, maupun perencanaan kebutuhan tenaga kerja, yang sekaligus membuka ruang penelitian lanjutan untuk memperkuat bukti empiris peran metode primal-dual dalam meningkatkan kinerja operasional dan daya saing organisasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *systematic literature review* yang telah dilakukan, dapat ditegaskan bahwa pendekatan primal-dual beserta berbagai variannya merupakan kerangka optimasi yang kuat dan adaptif untuk menyelesaikan masalah perencanaan serta alokasi sumber daya pada beragam konteks, mulai dari sistem manufaktur berbasis IIoT, penjadwalan produksi dan multi-proyek, hingga perencanaan layanan kesehatan dan otomasi robot. Secara umum, studi-studi yang dianalisis menunjukkan bahwa model dan algoritma berbasis primal-dual mampu menurunkan makespan dan keterlambatan, meningkatkan utilisasi sumber daya kritis, mengurangi konsumsi energi, sekaligus meningkatkan akurasi maupun mutu layanan dibandingkan pendekatan tradisional, sehingga memberikan kontribusi nyata bagi pengambilan keputusan operasional. Meskipun demikian, sebagian besar temuan masih bertumpu pada simulasi dan studi kasus dengan lingkup terbatas, sehingga diperlukan penelitian lanjutan melalui implementasi pada skala organisasi yang lebih luas, integrasi dengan data real-time, serta penerapan di ranah manajerial lain—seperti perencanaan kapasitas layanan publik dan pengelolaan portofolio proyek—untuk memperkuat bukti empiris dan memastikan relevansi praktis metode primal-dual dalam meningkatkan kinerja operasional dan daya saing organisasi.

BATASAN

Batasan dalam *systematic literature review* ini terutama terkait dengan ruang lingkup sumber data dan cakupan studi yang dianalisis. Pertama, pencarian artikel hanya memanfaatkan basis data Scopus dengan kata kunci tertentu seperti “*primal-dual neural network*”, “*resource planning and scheduling*”, dan “*algorithmic efficiency*” serta dibatasi pada periode 2022–2025, sehingga ada

kemungkinan sejumlah penelitian relevan tidak terjaring karena terindeks di basis data lain, menggunakan istilah berbeda, atau terbit di luar rentang tahun tersebut. Kedua, artikel yang terpilih mayoritas berupa penelitian kuantitatif yang berfokus pada pemodelan matematis, simulasi komputasi, dan studi kasus teknis di bidang-bidang spesifik seperti manufaktur, layanan kesehatan, dan robotik, sehingga hasil yang diperoleh belum sepenuhnya mencerminkan konteks sektor lain maupun sudut pandang manajerial yang lebih luas. Ketiga, sebagian besar temuan empirik masih bersumber dari lingkungan yang relatif terkontrol (simulasi dan uji coba terbatas), sehingga penerapannya pada kondisi nyata di organisasi yang kompleks perlu ditafsirkan dengan kehati-hatian. Selain itu, studi ini belum mengulas secara rinci aspek biaya implementasi, kesiapan organisasi, serta faktor perilaku dan kebijakan, sehingga kesimpulan yang dihasilkan lebih menitikberatkan pada dimensi teknis efektivitas metode primal–dual dalam proses optimasi dan alokasi sumber daya.

REFERENSI

- Baardman, L., Cristian, R., Perakis, G., Skali, O., Leann, L., & Singhvi, D. (2023). The role of optimization in some recent advances in data-driven decision-making. *Mathematical Programming*, 200(1), 1–35. <https://doi.org/10.1007/s10107-022-01874-9>
- Bajovi, D. (n.d.). *Primal-dual methods for large-scale and distributed convex optimization and data analytics*.
- Elisa, M., Caro, T., Yon, L., Hardy, I. C. W., Roberts, S., & Symeonakis, E. (2024). *Wildlife corridor degradation and human- - wildlife conflict : A case study from Tanzania. October 2023*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/aje.13264>
- Group, A. (2024). *No Title*. 8(6), 883–907.
- Hao, L., Liu, D., Du, S., Wang, Y., Wu, B., Wang, Q., & Zhang, N. (2022). *Computer Methods and Programs in Biomedicine An improve d path planning algorithm base d on artificial potential field and primal-dual neural network for surgical robot*. 227.
- Hasani, A., Mohammad, S., & Hosseini, H. (2022). Computers and Operations Research Auxiliary resource planning in a flexible flow shop scheduling problem considering stage skipping. *Computers and Operations Research*, 138(November 2021), 105625. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105625>
- Jian, X., Wu, B., Song, Y., & Liu, D. (2025). *Performing task automation for surgical robot : A spatial – temporal varying primal – dual neural network with guided obstacle avoidance and null space optimization*. 273(October 2024). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.126780>
- Kia, S. S., Member, S., Wei, J., & Chen, L. (2023). Distributed optimal resource allocation using transformed primal-dual method. *2023 American Control Conference (ACC)*, 1, 198–203. <https://doi.org/10.23919/ACC55779.2023.10156601>
- Kwon, G., Shim, Y., & Cho, K. (2025). *Real-Time Task Scheduling and Resource Planning for IIoT-Based Flexible Manufacturing with Human – Machine Interaction*. 1–22.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Saif, U., Yue, L. E. I., & Awadh, M. A. L. (2023). *Coordinated Planning and Scheduling of Multiple Projects With New Projects Arrival Under Resource Constraint Using Drum Buffer Rope Heuristic*. 11(July 2022).
- Thomas, J. (2024). *Optimizing Resource Allocation : Managerial Economics Technique*. 11(2), 1–2.
- Zhao, J., & Wen, H. (2021). Dynamic planning with reusable healthcare resources : application to appointment scheduling. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10696-021-09411-0>