

Tinjauan Literatur Sistematis tentang Penerapan Pemrograman Linear untuk Optimalisasi dalam Konteks Pendidikan

Muflihah Muham¹, Prima Cristi Crismono^{2*}

^{1,2}Universitas Islam Jember, Jember, Indonesia

*Penulis Korespondensi: primacrismono@gmail.com

Abstract : *This study aims to conduct a systematic review of the application of Linear Programming (LP) in optimizing educational management. The method employed is a Systematic Literature Review (SLR), with the literature selection process following the PRISMA framework by reviewing articles from the Scopus database published between 2015 and 2025. The analysis reveals that LP plays a significant role in addressing educational challenges such as class scheduling, resource allocation, and budget management. Moreover, the application of LP also contributes to the development of students' analytical skills through practical mathematical modeling. The findings indicate that LP not only offers optimization solutions in educational management but also enhances students' analytical abilities through data-driven decision-making and mathematical modeling. However, the study also identifies several critical gaps, including the lack of LP integration into basic curricula, limitations of models in accounting for social and emotional variables, and challenges in dealing with uncertain data. The study recommends the development of more contextual and integrative LP-based learning models using a multi-criteria approach. The novelty of this research lies in the formulation of a conceptual framework that combines LP with real-world, project-based interdisciplinary learning as a foundation for developing data-driven educational innovations.*

Keywords: *linear programming, educational optimization, mathematical modeling, resource management, mathematics education.*

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sistematis terhadap penerapan pemrograman linier (Linear Programming/LP) dalam optimasi pengelolaan pendidikan. Metode yang digunakan adalah analisis literatur sistematis (*Systematic Literature Review/SLR*), proses seleksi literatur mengikuti metode PRISMA, dengan meninjau artikel-artikel dari basis data Scopus yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa LP berperan penting dalam menyelesaikan permasalahan pendidikan seperti penjadwalan kelas, alokasi sumber daya, dan pengelolaan anggaran. Selain itu, penerapan LP juga membantu mengembangkan keterampilan analitis siswa melalui pemodelan matematis yang aplikatif. Temuan menunjukkan bahwa LP tidak hanya memberikan solusi optimasi dalam manajemen pendidikan, tetapi juga meningkatkan keterampilan analitis siswa melalui pemodelan matematis dan pengambilan keputusan berbasis data. Namun demikian, penelitian ini juga menemukan beberapa gap penting, antara lain kurangnya integrasi LP dalam kurikulum dasar, keterbatasan model terhadap variabel sosial dan emosional, serta tantangan dalam menghadapi data yang tidak pasti. Studi ini merekomendasikan pengembangan model pembelajaran berbasis LP yang lebih kontekstual dan integratif dengan pendekatan multikriteria. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada perumusan kerangka konseptual yang menggabungkan LP dengan pembelajaran lintas disiplin berbasis proyek nyata, sebagai landasan pengembangan inovasi pendidikan berbasis data.

Kata kunci: program linier, optimasi pendidikan, pemodelan matematis, pengelolaan sumber daya, pendidikan matematika.

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam dunia pendidikan menuntut pengelolaan sumber daya secara efektif dan efisien agar kualitas pembelajaran dan layanan pendidikan dapat terus meningkat, berbagai tantangan seperti keterbatasan anggaran, keterbatasan ruang kelas, serta kebutuhan akan jadwal yang optimal menuntut adanya pendekatan manajerial yang berbasis data dan dapat membantu pengambilan keputusan strategis di institusi

pendidikan (Alvendri et al., 2023; P. Crismono, 2023; P. Crismono et al., 2024; Solichin et al., 2023; Suherman et al., 2024).

Salah satu pendekatan matematis yang banyak digunakan untuk menjawab tantangan tersebut adalah pemrograman linier (*Linear Programming/LP*). Pemrograman linier merupakan metode optimasi yang digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi objektif dengan mempertimbangkan sejumlah kendala linier (Diadi & Astuti, 2024; Sabrina, A., Simbolon, N., Rangkuti, A., & Ginting, 2025; Yasri et al., 2025). Dalam konteks pendidikan, LP telah diterapkan untuk berbagai keperluan, antara lain penjadwalan kelas, alokasi sumber daya, penentuan jadwal pengajar, hingga pengelolaan anggaran pendidikan (Maktabi et al., 2011; Mile et al., 2022). Penggunaan LP juga diperluas dalam konteks pembelajaran matematika sebagai sarana untuk melatih keterampilan analitis siswa melalui pemodelan dan penyelesaian masalah berbasis data (Khaira et al., 2025; Vilchez-Torres et al., 2023; Wilder et al., 2019).

Berbagai studi menunjukkan LP memberikan solusi optimal dan membantu pengambilan keputusan yang lebih efektif di institusi Pendidikan (Crismono, et al., 2025; Plessis et al., 2022; Jdid et al., 2022; Muniandy et al., 2021). Menurut Burgher dan Hamers (2017) pemrograman linier (LP) dapat membantu lembaga pendidikan tinggi dalam merancang portofolio akademik yang menyeimbangkan antara efisiensi biaya dan kualitas program studi. Sementara Beck Dallaghan et al (2022) menggunakan Mixed Integer LP dalam penjadwalan rotasi klinik untuk pendidikan kedokteran. Peneliti-penelitian ini menunjukkan bahwa LP tidak hanya berguna dalam aspek manajerial pendidikan, tetapi juga sebagai alat pembelajaran kontekstual yang meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Menurut Octaria et al. (2023) integrasi LP dalam pembelajaran matematika juga masih sangat terbatas, padahal pendekatan ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa melalui pemodelan matematis berbasis data. Oleh karena itu, menurut Chaerani et al. (2023), diperlukan kajian literatur sistematis untuk memetakan perkembangan, kontribusi, dan kesenjangan dalam penerapan LP dalam pendidikan, yang dapat menjadi dasar bagi pengembangan model pembelajaran dan manajemen pendidikan berbasis optimasi.

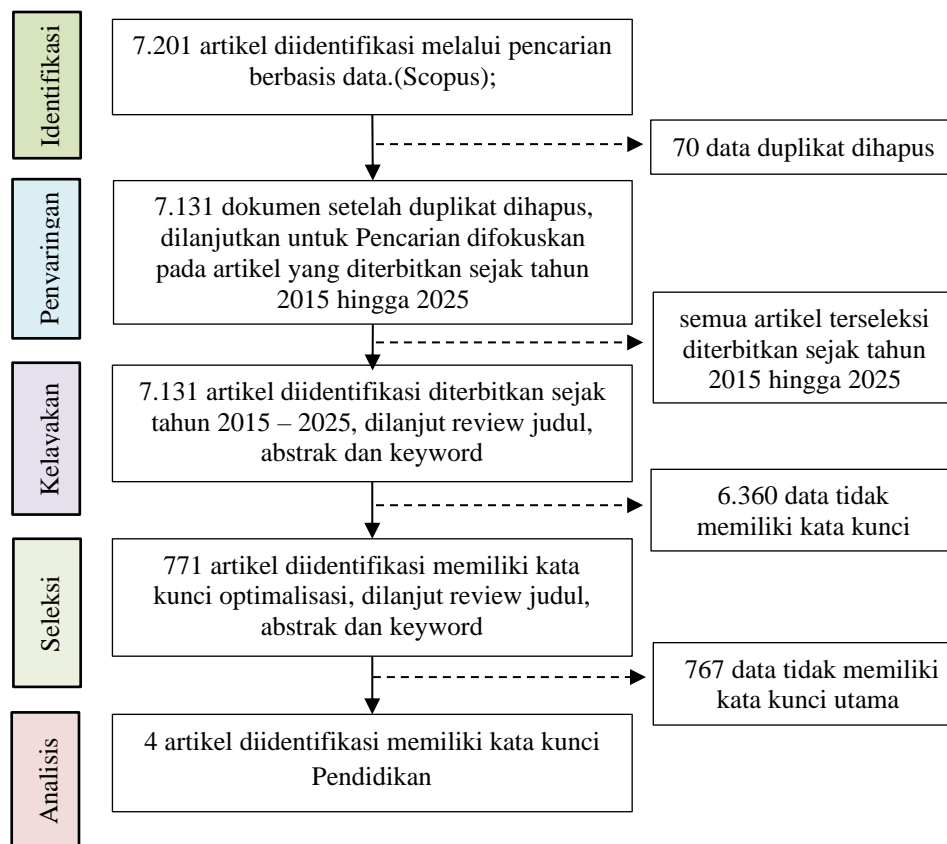
Namun demikian, kajian sebelumnya masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Sebagian besar studi hanya bersifat studi kasus atau terfokus pada satu sektor pendidikan tertentu. Masih jarang ditemukan kajian komprehensif yang mereview secara sistematis perkembangan dan penerapan LP dalam konteks pendidikan secara luas. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengeksplorasi integrasi LP ke dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah, atau bagaimana model LP dapat disesuaikan untuk mempertimbangkan variabel sosial, emosional, dan ketidakpastian data dalam dunia nyata (Haque et al., 2022; Snyder, 2019; Wahyuningsih et al., 2019).

Kesenjangan ini menunjukkan bahwa diperlukan sebuah tinjauan sistematis terhadap literatur yang membahas penerapan LP dalam pendidikan. Kajian semacam ini tidak hanya penting untuk merangkum temuan-temuan sebelumnya, tetapi juga untuk

mengidentifikasi area yang belum banyak dieksplorasi, serta memberikan rekomendasi pengembangan ke depan (Ibrahim, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan Systematic Literature Review (SLR) terhadap penerapan Linear Programming dalam optimasi pendidikan, dengan fokus pada tiga pertanyaan utama : pertama, bagaimana pengembangan metode optimalisasi Linear Programming dalam pembelajaran matematika di bidang pendidikan? Kedua, apakah terdapat perkembangan atau inovasi signifikan dalam penelitian terkait program linier dan optimalisasi dalam konteks pembelajaran matematika? Ketiga, apa gap atau kekurangan yang masih ada dalam penelitian-penelitian terkait penerapan LP dalam pendidikan yang perlu menjadi fokus penelitian selanjutnya? Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan LP dalam pendidikan, meningkatkan pemahaman akademik dan praktik manajerial, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teori pembelajaran dan praktik pendidikan, serta memberikan panduan bagi pengembangan penelitian LP di sektor pendidikan.

METODE

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif berbasis *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan menganalisis secara sistematis literatur yang membahas penerapan *linear programming* dalam optimasi di bidang pendidikan. Proses tinjauan ini mengikuti kerangka kerja PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang terdiri dari lima tahap utama. Tahap pertama, *identifikasi*, dilakukan pencarian literatur yang relevan melalui basis data ilmiah bereputasi Scopus, dengan menggunakan kata kunci spesifik seperti “*linear programming*”. Pencarian ini bertujuan untuk memperoleh sumber yang komprehensif dan terkini terkait penerapan *linear programming*, dengan batasan waktu publikasi dari tahun 2015 hingga 2025 (Arifurrohman & Crismono, 2025; Chaerani et al., 2023; Colombo et al., 2019; Colombo et al., 2020; Ibrahim et al., 2022). Tahap kedua, *penyaringan*, dilakukan penyaringan terhadap judul, abstrak dan untuk menghilangkan publikasi yang tidak relevan, duplikat, atau tidak memenuhi ruang lingkup penelitian (Arifurrohman et al., 2025; Ariyazand et al., 2024; P. C. Crismono, Hudi, et al., 2025; Syam et al., 2023). Pada tahap ketiga, *kelayakan*, berfokus pada aplikasi *linear programming* dalam optimasi yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir (2015–2025). Tahap keempat, *seleksi*, dilakukan terhadap judul, abstrak, *keyword*, dan kata kunci yang berfokus pada bidang pendidikan. Tahap terakhir, *analisis*, dilakukan dengan pendekatan kualitatif deskriptif dan sintesis naratif untuk mengidentifikasi pola, metodologi, serta hasil penerapan *linear programming* dalam konteks Pendidikan, dengan tujuan memberikan wawasan praktis dan teoretis yang dapat diimplementasikan dalam pengembangan optimasi Pendidikan. (Harahap N., 2020; Kriswandani et al., 2020; Njonge, 2023; Octaria et al., 2023). Diagram alur PRISMA yang menggambarkan proses penelitian literatur dan seleksi artikel disajikan dalam gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram alur PRISMA yang menggambarkan proses penelitian literatur dan seleksi artikel.

Dengan mengikuti proses PRISMA secara sistematis dan didukung oleh literatur terkini yang terindeks bereputasi, penelitian ini diharapkan menghasilkan temuan yang valid, reliabel, dan berkontribusi signifikan dalam pengembangan optimasi pendidikan menggunakan *linear programming*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari tinjauan sistematis terhadap berbagai artikel yang membahas penerapan linear programming (LP) dalam optimasi pendidikan menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam penggunaan metode ini di berbagai aspek pendidikan. Proses seleksi literatur yang dilakukan menggunakan pendekatan PRISMA menghasilkan 4 artikel yang relevan untuk dianalisis lebih lanjut. Dari hasil pencarian awal, diperoleh 7.201 artikel yang relevan dari database Scopus. Setelah diseleksi dengan kriteria inklusi dan eksklusi berbasis PRISMA, hanya 4 artikel yang secara substansial membahas penerapan Linear Programming dalam konteks pendidikan. Keempat artikel ini dipilih karena mewakili jenis LP, konteks yang beragam (perencanaan akademik, rotasi klinik, lingkungan, dan pembelajaran berbasis data), serta menghadirkan solusi aplikatif yang kuat. Berdasarkan analisis, didapatkan hasil yang tampak pada tabel 1 berikut:

Analisis Pengembangan Program Linier dalam Pembelajaran Matematika

Tabel 1. Pengembangan Program Linier dalam Pembelajaran Matematika

Aspek	Pengembangan Program Linier dalam Pembelajaran Matematika
Peran Program Linier	<ul style="list-style-type: none"> - Alat bantu pemecahan masalah nyata seperti penjadwalan dan alokasi sumber daya. - Pengembangan pemikiran kritis melalui pemodelan. - Perkenalan teknologi optimisasi seperti MILP.
Metode Optimalisasi dalam konteks Pendidikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Optimalisasi Portofolio Akademik (Burgher & Hamers, 2017): Menggunakan integer linear programming untuk menyeimbangkan aspek keuangan dan kualitatif. 2. Penempatan Rotasi Klinik (Beck Dallaghan et al., 2022): Mixed Integer Linear Programming untuk memaksimalkan jumlah pasien dan efisiensi. 3. Rute Sampah & Teori Graf (Vilchez-Torres et al., 2023): Mengajarkan graf Eulerian melalui Chinese Postman Problem. 4. Decision-Focused Learning (Wilder et al., 2019): Melatih model prediktif yang langsung mengoptimalkan hasil keputusan.
Relevansi Kurikulum dan Pendidikan	<ul style="list-style-type: none"> - Digunakan dalam proyek berbasis masalah nyata. - Mendorong pendekatan lintas disiplin. - Didukung perangkat lunak seperti Excel Solver dan Python.

Program linier merupakan cabang optimisasi matematis yang memiliki peran penting dalam pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika. Program ini digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi objektif dengan mempertimbangkan kendala-kendala linier. Dalam konteks pendidikan, program linier berfungsi sebagai alat bantu dalam menyelesaikan masalah nyata seperti penjadwalan, alokasi sumber daya, dan perencanaan rute. Selain itu, program linier juga dapat mengembangkan pemikiran kritis dan sistematis siswa melalui pemodelan matematis serta interpretasi hasil. Di sisi lain, penerapan teknologi dan perangkat lunak matematika seperti pemrograman integer, Mixed Integer Linear Programming (MILP), dan alat grafis berbasis graf turut memperkenalkan siswa pada teknologi mutakhir dalam matematika.

Beberapa studi menunjukkan implementasi nyata metode optimisasi dalam dunia pendidikan. Misalnya, Burgher & Hamers, (2017) mengembangkan model integer linear programming untuk membantu perguruan tinggi dalam merancang portofolio program akademik yang menyeimbangkan antara kinerja keuangan dan kualitas fakultas. Selain itu, Dallaghan et al., (2022) menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* untuk menjadwalkan rotasi klinik mahasiswa kedokteran dengan tujuan memaksimalkan jumlah pasien yang dilayani. Vilchez-Torres et al., (2023) menerapkan pemrograman linier dalam merancang rute pengumpulan sampah dengan menggunakan Chinese Postman Problem dan mengajarkan konsep graf Eulerian kepada siswa. Wilder et al., (2019) memperkenalkan *Decision-Focused Learning* sebagai pendekatan pembelajaran yang mengajarkan siswa untuk melatih model prediktif langsung dari kinerja keputusan.

Dalam kurikulum pendidikan matematika, program linier dapat digunakan sebagai pendekatan berbasis proyek, di mana siswa diminta untuk membangun model

dari masalah kehidupan nyata. Integrasi metode optimisasi juga mendorong pendekatan lintas disiplin yang mencakup matematika, ilmu komputer, ekonomi, dan rekayasa. Penggunaan simulasi dan perangkat lunak seperti GeoGebra, Excel Solver, atau Python-PuLP dalam pembelajaran juga meningkatkan interaktivitas dan efektivitas dalam menyampaikan materi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan analitis dan pemodelan siswa tetapi juga menghubungkan matematika teoritis dengan dunia nyata, membekali siswa dengan pendekatan sistematis dalam pengambilan keputusan.

Secara keseluruhan, pengembangan program linier dan penerapan metode optimisasi dalam pendidikan matematika memiliki dampak yang signifikan. Metode ini dapat meningkatkan keterampilan analitis siswa, menghubungkan konsep matematika dengan aplikasi praktis di kehidupan nyata, serta mendukung perencanaan berbasis data yang efisien dalam institusi pendidikan. Dengan demikian, pengembangan dan integrasi program linier dalam pembelajaran matematika dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pendidikan.

Tabel 2. Tabel Sintesis Sistematis

Penulis & Tahun	Jenis LP	Konteks Aplikasi	Temuan Utama
Burgher & Hamers (2017)	Integer Linear Programming	Perencanaan portofolio akademik di perguruan tinggi	Membantu pengambilan keputusan berbasis kinerja keuangan dan kualitas dosen
Dallaghan et al. (2022)	Mixed Integer Linear Programming	Penjadwalan rotasi klinik mahasiswa kedokteran	Memaksimalkan jumlah pasien dan efisiensi pembelajaran klinik
Vilchez-Torres et al. (2023)	Linear Programming + Graph Theory	Perancangan rute pengumpulan sampah & pembelajaran graf Euler	Menggabungkan pembelajaran matematika dengan isu lingkungan kontekstual
Wilder et al. (2019)	Decision-Focused Learning (DFL) + LP	Pembelajaran AI dan pengambilan keputusan berbasis data	Fokus pada kualitas keputusan, bukan hanya akurasi prediksi

Dari hasil sintesis keempat artikel pada tabel 2 di atas, tampak bahwa pendekatan Linear Programming memiliki peran besar dalam mendukung pengambilan keputusan pendidikan yang lebih efisien dan terstruktur. Artikel Burgher & Hamers (2017) dan Beck Dallaghan et al (2022) menunjukkan bagaimana LP dapat membantu institusi merancang kebijakan atau jadwal yang optimal dengan mempertimbangkan batasan sumber daya. Di sisi lain, Vilchez-Torres et al. (2023) dan Wilder et al. (2019) memperlihatkan integrasi LP dalam proses pembelajaran yang kontekstual dan lintas disiplin, baik melalui pengolahan data lingkungan maupun kecerdasan buatan. Selain itu, pendekatan teknologi seperti Decision-Focused Learning memperkuat relevansi LP dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pengambilan keputusan berbasis data. Hal ini menunjukkan bahwa LP tidak hanya relevan dalam konteks teknis, tetapi juga dalam aspek pedagogis dan penguatan kualitas pembelajaran.

Inovasi Terkini dalam Program Linier dan Optimalisasi pada Konteks Pembelajaran Matematika

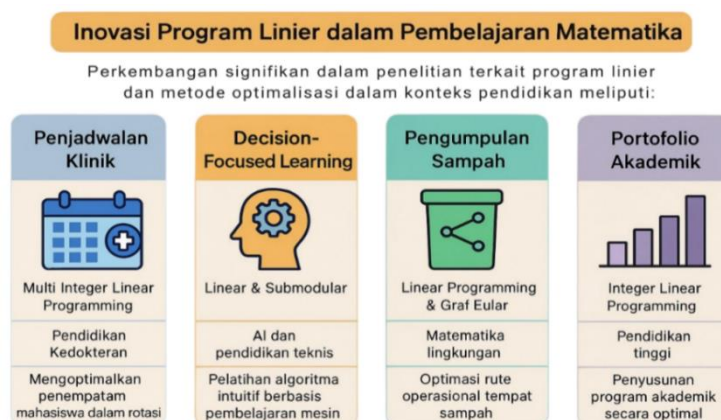
Dalam beberapa tahun terakhir, penerapan program linier dan metode optimisasi dalam dunia pendidikan mengalami perkembangan yang signifikan. Inovasi-inovasi ini tidak hanya terbatas pada pengajaran matematika, tetapi juga meluas ke bidang multidisipliner lainnya. Pendekatan ini membantu menghadirkan pembelajaran yang lebih kontekstual, berbasis data, dan relevan dengan kebutuhan dunia nyata.

Salah satu penerapan nyata terlihat dalam penjadwalan rotasi klinik pada pendidikan kedokteran. Dallaghan et al. (2022) mengembangkan model penjadwalan menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* untuk memaksimalkan jumlah pasien yang ditangani oleh mahasiswa tanpa mengurangi kualitas pembelajaran. Inovasi ini menghasilkan efisiensi penjadwalan serta peningkatan kapasitas mahasiswa dalam menjalani rotasi klinis.

Pendekatan lain yang menarik adalah *Decision-Focused Learning (DFL)* seperti dikembangkan oleh Wilder et al. (2019). Model ini menggabungkan prediksi berbasis *machine learning* dengan optimisasi linier dan submodular. Fokus utamanya bukan hanya pada akurasi prediksi, melainkan pada kualitas keputusan akhir. Konsep ini menjadi terobosan dalam pendidikan berbasis teknologi dan data-driven, terutama dalam pembelajaran kecerdasan buatan (AI).

Dalam konteks pembelajaran matematika dan lingkungan, Vilchez-Torres et al., (2023) menggunakan *Linear Programming* dan konsep *Chinese Postman Problem* untuk mengoptimalkan rute pengumpulan sampah. Metode ini digunakan sebagai alat pembelajaran graf Euler secara kontekstual, yang menjembatani konsep matematika abstrak dengan masalah nyata di lingkungan masyarakat.

Selanjutnya, dalam lingkup manajemen pendidikan tinggi, pendekatan *Integer Linear Programming* diterapkan dalam penyusunan dan evaluasi portofolio akademik. Model ini memungkinkan institusi untuk merancang kebijakan pendidikan berbasis variabel biaya dan kualitas program. Hasilnya adalah perencanaan akademik yang lebih efisien dan tepat sasaran, sebagaimana dijelaskan dalam kerangka kerja kuantitatif yang dikembangkan oleh beberapa peneliti yang tampak pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Perkembangan signifikan penelitian program linier dan metode optimalisasi dalam konteks pendidikan

Secara keseluruhan, inovasi dalam program linier dan metode optimisasi telah menunjukkan kontribusi besar dalam dunia pendidikan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kualitas pengambilan keputusan, tetapi juga memperkuat relevansi antara teori matematika dan aplikasi dunia nyata. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih bermakna, efektif, dan kontekstual dalam menghadapi tantangan zaman modern.

Gap Penelitian dalam Penerapan Program Linier dalam Pendidikan

Berdasarkan hasil tinjauan sistematis terhadap empat artikel terpilih, ditemukan sejumlah *gap* penelitian yang belum sepenuhnya diakomodasi dalam penerapan program linier (LP) dalam konteks pendidikan. Gap ini tidak hanya bersifat metodologis, tetapi juga konseptual, dan memiliki implikasi terhadap efektivitas penerapan LP dalam pembelajaran maupun manajemen pendidikan.

Pertama, kurangnya integrasi program linier dalam kurikulum pendidikan umum, khususnya di jenjang pendidikan dasar dan menengah. Artikel oleh Vilchez-Torres et al. (2023) memang menunjukkan upaya kontekstualisasi LP melalui pengajaran konsep graf Eulerian di sekolah, namun penerapannya masih bersifat eksperimental dan belum diadopsi secara luas dalam kurikulum formal. Hal ini mengindikasikan adanya celah dalam pengembangan pembelajaran LP yang berkelanjutan dan sistemik. Oleh karena itu, dibutuhkan desain modul pembelajaran LP berbasis konteks lokal—misalnya dalam logistik sekolah atau jadwal pelajaran—untuk meningkatkan pemahaman siswa sejak dini.

Kedua, ditemukan bahwa model optimisasi yang digunakan dalam artikel-artikel seperti Burgher & Hamers (2017) dan Beck Dallaghan et al. (2022) hanya mempertimbangkan aspek kuantitatif, seperti efisiensi biaya dan jumlah pasien yang dilayani. Belum ada eksplorasi terhadap variabel sosial atau kualitatif, misalnya kualitas interaksi pembelajaran, kepuasan pengguna, atau kesejahteraan peserta didik. Dalam konteks pendidikan, variabel sosial sangat penting karena keberhasilan suatu keputusan tidak hanya ditentukan oleh efisiensi numerik, tetapi juga oleh bagaimana keputusan tersebut memengaruhi perilaku, motivasi, dan persepsi individu di dalam sistem. Oleh karena itu, pendekatan *multi-criteria decision making (MCDM)* dapat menjadi alternatif untuk menggabungkan dimensi sosial dalam model LP.

Ketiga, ketidakpastian dan dinamika data belum menjadi fokus utama dalam model-model LP yang dikembangkan. Misalnya, model penjadwalan oleh Beck Dallaghan et al. (2022) menggunakan data deterministik yang bersifat statis, padahal dalam praktik pendidikan sering kali terjadi perubahan jadwal, keterlambatan, atau absensi yang tidak terduga. Untuk itu, dibutuhkan integrasi dengan pendekatan seperti *stochastic programming* atau *robust optimization* agar solusi yang dihasilkan tetap valid dalam kondisi yang berubah-ubah. Hal ini penting karena pengambilan keputusan dalam pendidikan sangat rentan terhadap variabilitas dan kompleksitas konteks.

Keempat, belum ditemukan adanya artikel yang mengembangkan sistem evaluasi pembelajaran yang disesuaikan dengan solusi optimisasi. Meskipun Wilder et al. (2019) memperkenalkan pendekatan *Decision-Focused Learning* yang mengintegrasikan

machine learning dan optimisasi dalam proses pembelajaran, namun belum ada kerangka kerja evaluatif yang secara eksplisit mengukur dampak solusi LP terhadap hasil belajar siswa. Padahal, sistem evaluasi berbasis *learning outcomes* penting untuk memastikan bahwa penggunaan LP tidak hanya efisien dari sisi teknis, tetapi juga berdampak positif secara pedagogis.

Terakhir, terdapat keterbatasan akses terhadap data pendidikan yang relevan dan terstruktur, seperti ditunjukkan secara implisit dalam studi Burgher & Hamers (2017), yang membutuhkan input variabel yang kompleks dan terintegrasi. Banyak institusi pendidikan, terutama di negara berkembang, belum memiliki sistem informasi manajemen yang memungkinkan penerapan LP berbasis data secara optimal. Oleh karena itu, pengembangan sistem pendataan pendidikan yang terstruktur dan digital menjadi prasyarat penting bagi implementasi LP yang efektif dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, gap-gap yang teridentifikasi menunjukkan perlunya pengembangan model LP yang lebih interdisipliner, kontekstual, dan inklusif terhadap dinamika pendidikan yang kompleks. Integrasi variabel sosial, pendekatan terhadap ketidakpastian, serta penguatan aspek evaluatif dan sistem data menjadi agenda penting dalam penelitian ke depan.

Empat artikel utama yang direview yakni Burgher & Hamers (2017), Beck Dallaghan et al. (2022), Vilchez-Torres et al. (2023), dan Wilder et al. (2019) dianalisis untuk mengidentifikasi celah penelitian dari berbagai perspektif. Beberapa artikel relevan dengan lebih dari satu tema gap, sehingga dikutip pada lebih dari satu baris dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Sintesis Tematik Gap Penelitian dalam Penerapan Linear Programming (LP) di Pendidikan

Gap Penelitian	Temuan dari Artikel	Analisis Konseptual	Rekomendasi Pengembangan
Keterbatasan Integrasi dalam Kurikulum Pendidikan Dasar & Menengah	Vilchez-Torres et al. (2023): Penerapan LP untuk pembelajaran konsep graf masih bersifat eksperimental	Pembelajaran LP belum menjadi bagian struktural dalam kurikulum, padahal LP dapat melatih pemikiran sistematis dan aplikatif sejak dini	Desain modul LP kontekstual berbasis kehidupan nyata (jadwal sekolah, logistik lokal)
Fokus Berlebihan pada Aspek Kuantitatif, Minim Variabel Sosial/Kualitatif	Burgher & Hamers (2017), Dallaghan et al. (2022): Menekankan efisiensi biaya, jumlah pasien, tanpa mempertimbangkan aspek sosial	Variabel seperti kepuasan siswa, kualitas interaksi, dan motivasi pembelajaran penting untuk kualitas pendidikan berbasis LP	Integrasi pendekatan multi-kriteria untuk mempertimbangkan variabel sosial dan kognitif dalam model LP
Model LP Tidak Menangani Ketidakpastian atau Dinamika Data	Dallaghan et al. (2022): Model penjadwalan klinik bersifat deterministik dan tidak adaptif terhadap perubahan data	Lingkungan pendidikan dinamis (absen, jadwal berubah, siswa berganti), sehingga solusi deterministik rentan tidak relevan	Gunakan pendekatan stochastic LP atau robust optimization untuk meningkatkan adaptabilitas keputusan
Tidak Tersedianya	Wilder et al. (2019): Fokus pada integrasi	Evaluasi berbasis hasil (<i>learning outcomes</i>)	Kembangkan framework evaluatif LP yang mengukur

Sistem Evaluasi yang Sinkron dengan Solusi Optimisasi	LP & ML, tetapi tidak mengembangkan framework evaluasi berbasis hasil belajar	penting untuk memastikan bahwa penerapan LP berdampak positif secara pedagogis	dampak terhadap kompetensi siswa
Keterbatasan Akses Data Pendidikan yang Relevan dan Terstruktur	Burgher & Hamers (2017): Pemodelan kompleks memerlukan input data yang sering tidak tersedia di institusi pendidikan umum	LP sangat tergantung pada data yang akurat dan terstruktur. Ketidakteraturan data menyebabkan model sulit diterapkan secara praktis	Bangun sistem manajemen data pendidikan digital yang mendukung implementasi LP dan transformasi digital sekolah

Model pembelajaran berbasis Linear Programming (LP) untuk optimasi dalam pengelolaan pendidikan yang diusulkan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan teori matematika dan aplikasi praktis dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Linear Programming adalah metode matematis yang digunakan untuk menemukan solusi optimal dalam permasalahan yang melibatkan berbagai batasan. Dalam konteks pendidikan, LP dapat dimanfaatkan untuk memecahkan masalah-masalah seperti penjadwalan kelas, alokasi sumber daya, hingga pengelolaan anggaran pendidikan. Penelitian ini berfokus pada bagaimana penerapan LP dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan pendidikan, yang diharapkan dapat membantu institusi pendidikan untuk merancang strategi yang lebih efektif dan berbasis data.

Pemrograman linier telah terbukti berguna dalam berbagai aplikasi optimasi, terutama dalam pengelolaan sumber daya yang terbatas (Chatare, 2023). Penggunaan LP dalam pendidikan berpotensi untuk memaksimalkan alokasi waktu pengajaran, ruang kelas, serta anggaran yang tersedia, yang semuanya sangat penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Mubarok & Hidayah, 2024). Beberapa aplikasi LP dalam pendidikan termasuk pengalokasian waktu untuk berbagai mata pelajaran, penjadwalan pengajaran, serta pengelolaan jadwal ujian (Setiawandi et al., 2019). Meskipun demikian, implementasi LP dalam pendidikan masih menghadapi beberapa tantangan, seperti kompleksitas perhitungan dan penerapan model yang memerlukan pemahaman matematis yang mendalam (Hidayat et al., 2022).

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa LP dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan pendidikan secara sistematis, seperti yang ditemukan dalam penelitian oleh Burgher & Hamers (2017) dan Dallaghan et al. (2022). Penelitian tersebut menunjukkan bagaimana LP dapat digunakan untuk merancang portofolio akademik dan mengoptimalkan rotasi klinik mahasiswa, yang tentunya memberikan dampak langsung pada efisiensi pendidikan. Selain itu, LP juga dapat membantu merancang kebijakan pendidikan yang lebih baik dengan memanfaatkan perangkat lunak seperti Excel Solver atau Python, yang mempermudah implementasi model matematis ini dalam lingkungan pendidikan (Vilchez-Torres et al., 2023).

Model pembelajaran berbasis LP juga berfokus pada pengembangan keterampilan analitis siswa. Dengan menggunakan LP, siswa dapat belajar bagaimana memecahkan masalah nyata melalui pemodelan matematis, yang pada gilirannya meningkatkan

pemikiran kritis dan kemampuan mereka dalam mengambil keputusan yang efektif. Dalam hal ini, LP tidak hanya memperkenalkan siswa pada konsep matematika abstrak, tetapi juga mengajarkan mereka untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam situasi dunia nyata (Wilder et al., 2019). Oleh karena itu, LP dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam pembelajaran matematika, tidak hanya untuk menyelesaikan masalah teknis tetapi juga untuk melatih siswa dalam membuat keputusan berbasis data yang lebih baik.

Selain itu, pengembangan LP dalam konteks pendidikan juga menunjukkan adanya potensi untuk inovasi lebih lanjut. Beberapa penelitian terbaru telah mengidentifikasi bahwa LP dapat digunakan dalam pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan aplikasi masalah dunia nyata. Pendekatan ini tidak hanya membuat pembelajaran lebih kontekstual, tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan yang lebih relevan di pasar kerja (Beck Dallaghan et al., 2022). Penerapan LP dalam pengelolaan sampah dan rute pengumpulan, yang dikembangkan oleh Vilchez-Torres et al., (2023), adalah contoh bagaimana LP bisa digunakan untuk mengajarkan konsep matematika dengan cara yang lebih menarik dan langsung terhubung dengan kehidupan sehari-hari.

Namun, meskipun ada kemajuan yang signifikan dalam penerapan LP dalam pendidikan, masih terdapat beberapa gap penelitian yang perlu diatasi. Salah satunya adalah kurangnya integrasi program linier dalam kurikulum Pendidikan umum, keterbatasan model optimisasi dalam memperhitungkan variabel sosial dan kualitatif, keterbatasan model linier dalam menangani ketidakpastian, tidak adanya sistem penilaian yang menyesuaikan dengan solusi optimisasi dan keterbatasan akses data yang relevan dan terstruktur.

Untuk mengatasi gap tersebut, pengembangan model pembelajaran yang menggunakan program linier menawarkan sejumlah kebaruan ilmiah (*novelty*). Yaitu penerapan modul pembelajaran dengan konteks lokal seperti logistik sekolah atau penjadwalan Pelajaran, yang memungkinkan siswa memahami konsep matematika yang bersifat praktis dan mengubah cara mereka melihat matematika dari hanya teori menjadi Solusi nyata, penggunaan pendekatan multikriteria yang tidak hanya mengoptimalkan hasil secara matematis tetapi juga menggabungkan variabel dan sosial dan emosional bukan hanya kuantitatif, penerapan *stochastic optimization* atau *robust optimization* untuk menangani data yang tidak pasti dan dinamis, pengembangan *framework* evaluasi berbasis *outcome* yang mengukur efektivitas pembelajaran dengan menghubungkan hasil optimisasi dengan hasil belajar dan yang terakhir pengembangan sistem pemdataan yang mendukung Keputusan berbasis optimisasi dengan akses data yang lebih terstruktur dan relevan.

Secara keseluruhan, penerapan *Linear Programming* dalam pendidikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan pendidikan dan memperkaya pengalaman belajar siswa. Dengan mengintegrasikan LP dalam model pembelajaran, tidak hanya akan membantu siswa memahami konsep matematika dengan cara yang lebih aplikatif, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap pengambilan keputusan di

dunia Pendidikan (Hengky et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengatasi gap yang ada dan memperluas aplikasi LP dalam berbagai aspek pendidikan.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa penerapan *Linear Programming* (LP) dalam pendidikan memberikan kontribusi signifikan dalam mengoptimalkan berbagai aspek, seperti penjadwalan, alokasi sumber daya, dan pengelolaan anggaran. Selain berfungsi sebagai alat pemecahan masalah nyata, LP juga memiliki nilai pedagogis, yakni meningkatkan kemampuan berpikir analitis siswa serta menjembatani konsep matematika dengan konteks dunia nyata. Namun, terdapat tantangan dalam integrasi LP ke dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah, serta keterbatasan model LP dalam menangani aspek sosial, kualitatif, dan ketidakpastian dalam pendidikan. Berdasarkan temuan tersebut, riset selanjutnya perlu berfokus pada pengembangan model LP yang lebih kontekstual dan adaptif terhadap dinamika pendidikan, termasuk integrasi pendekatan kualitatif dan probabilistik. Diperlukan juga eksplorasi tentang strategi pembelajaran yang efektif untuk mengenalkan konsep LP sejak dini di sekolah, serta pengembangan sistem penilaian yang sesuai untuk mengukur dampak penerapannya. Dengan pendekatan lintas-disiplin dan kolaboratif, penerapan LP berpotensi menjadi alat strategis dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi pengelolaan pendidikan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvendri, D., Giatman, M., & Ernawati, E. (2023). Transformasi pendidikan kejuruan: Mengintegrasikan teknologi IoT ke dalam kurikulum masa depan. *Journal of Education Research*, 4(2), 752–758.
- Arifurrohman, A., & Crismono, P. C. (2025). Bibliometric analysis of religious tolerance research trends: Indonesia's role in global studies. *Jurnal Penelitian*, 22, 79–94.
- Arifurrohman, A., Crismono, P. C., & Ilyas, M. (2025). Parenting trends in the digital era: A bibliometric analysis from an Islamic perspective in Muslim-majority societies. *At-Turās: Jurnal Studi Keislaman*, 12(2), 1–21.
- Ariyazand, A., Soleimani, H., Etebari, F., & Mehdizadeh, E. (2024). Optimization of a multi-objective university course timetabling problem with a hybrid WOA & NSGA-II (Case study: IAU, Robat Karim branch). *Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, 10(2), 131–148. <http://www.jiems.icms.ac.ir>
- Beck Dallaghan, G. L., Lin, X., Melvin, J. K., Golding, J., Steiner, B., & Kulkarni, V. (2022). Maximizing clinical rotation placements for US medical students: Exploring an optimization model. *Medical Education Online*, 27(1). <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.2024488>
- Burgher, J., & Hamers, H. (2017). A quantitative optimization framework for market-driven academic program portfolios. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2968404>

- Chaerani, D., Shuib, A., Perdana, T., & Irmansyah, A. Z. (2023). Systematic literature review on robust optimization in solving sustainable development goals (SDGs) problems during the COVID-19 pandemic. *Sustainability (Switzerland)*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/su15075654>
- Chatare, R. D. (2023). Optimizing resource allocation: A comprehensive analysis of linear programming formulations and solution methods. *Splint International Journal of Professionals*, 10(4), 326–333. <https://doi.org/10.5958/2583-3561.2023.00032.2>
- Colombo, P. E., Patterson, E., & Elinder, L. S. (2019). Optimizing school food supply: Integrating environmental, health, economic, and cultural dimensions of diet sustainability with linear programming. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173015>
- Crismono, P. (2023). The effect of outdoor learning on students' attitudes in mathematics learning. *Jurnal Axioma: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 8(2).
- Crismono, P., Agustin, R. P. M., Hanifiyah, F., & Febriyanti, B. (2024). Literacy acceleration: Interactive learning through fairy tale video shows using technology adaptation in elementary school education. *Journal of Community Empowerment for Multidisciplinary (JCEMTY)*, 2(1), 6–13. <https://doi.org/10.53713/jcemty.v2i1.161>
- Crismono, P. C., Hudi, S., Ilyas, M., Yanuardianto, E., Dahri, H., & Yakoh, M. (2025). Rethinking religious influence on mathematics learning behavior: A mathematical model of planned behavior amid shifting educational paradigms. *Bidayatuna: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 8(1), 79–98. <https://doi.org/10.54471/bidayatuna.v8i1.3298>
- Crismono, P. C., Maghfiroh, S. L., Dahri, H., & Yakoh, M. (2025). Students' mathematics learning attitudes and behaviors: A case study of boarding school alumni in higher education. *Jurnal Elemen*, 11(2), 408–426.
- Diadi, D. A. R., & Astuti, Y. P. (2024). Optimisasi biaya produksi UMKM Mie Wahyu Sepanjang Sidoarjo menggunakan goal programming. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(2), 244–253.
- du Plessis, M., Jansen van Vuuren, C. D., Simons, A., Frantz, J., Roman, N., & Andipatin, M. (2022). South African higher education institutions at the beginning of the COVID-19 pandemic: Sense-making and lessons learnt. *Frontiers in Education*, 6, 1–17. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.740016>
- Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Lindroos, A. K., Parlesak, A., & Elinder, L. S. (2020). Sustainable and acceptable school meals through optimization analysis: An intervention study. *Nutrition Journal*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00579-z>
- Haque, A. K. M. B., Arifuzzaman, B. M., Siddik, S. A. N., Kalam, A., Shahjahan, T. S., Saleena, T. S., Alam, M., Islam, M. R., Ahmmed, F., & Hossain, M. J. (2022). Semantic web in healthcare: A systematic literature review of application, research gap, and future research avenues. *International Journal of Clinical Practice*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6807484>
- Hengky, M., Jamiah, Y., Yani, A., & Fitriawan, D. (2023). Pembelajaran matematika dan kemampuan visual imagery peserta didik dalam materi SPLDV di SMP. *Media*

- Pendidikan Matematika*, 11(2), 50–61. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jmpm/article/view/8929>
- Hidayat, R., Adnan, M., Abdullah, M. F. N. L., & Safrudiannur. (2022). A systematic literature review of measurement of mathematical modeling in mathematics education context. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12007>
- Ibrahim. (2020). Desain penyajian materi persamaan garis lurus di SMP berorientasi keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Media Pendidikan Matematika*, 8(2), 70–78. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jmpm/article/view/3145>
- Ibrahim, N. S., Yahya, N. M., & Mohamed, S. B. (2022). Metaheuristic nature-inspired algorithms for reservoir optimization operation: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 26(2), 1050–1059. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v26.i2.pp1050-1059>
- Jdid, M., Salama, A. A., & Khalid, H. E. (2022). Neutrosophic handling of the simplex direct algorithm to define the optimal solution in linear programming. *International Journal of Neutrosophic Science*, 18(1), 30–41. <https://doi.org/10.54216/IJNS.180104>
- Khaira, N., Surjono, H. D., & Nurmiati, E. (2025). Innovative e-learning strategies in mathematics education: Enhancing self-directed learning and student motivation. *Media Pendidikan Matematika*, 13(1), 57–74.
- Kriswandani, K., Sa'dijah, C., Irawati, S., & Hidayanto, E. (2020). Student's analytical and synthetic thinking level in solve linear programming. <https://doi.org/10.4108/eai.10-7-2019.2298888>
- Maktabi, H., Tohidi, H., & Seyedaliakbar, S. M. (2011). An application of linear programming for efficient resource allocation: Case study of university education. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 703–706.
- Mubarok, R., & Hidayah, N. F. (2024). Perencanaan manajemen sumber daya manusia di lembaga pendidikan madrasah swasta. *Journal in Teaching and Education Area*, 1(1), 39–53. <https://doi.org/10.69673/gey2tm40>
- Nageswaran Muniandy, R., Ishak, R., & Abd Rahim, N. (2021). Linear programming subject allocation model for private school teachers. *Open International Journal of Informatics (OIJI)*, 9(2), 50–57. <https://oiji.utm.my/index.php/oiji/article/view/146/107>
- Njonge, T. (2023). Influence of psychological well-being and school factors on delinquency during the COVID-19 period among secondary school students in selected schools in Nakuru County, Kenya. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 7(2454), 1175–1189. <https://doi.org/10.47772/IJRISS>
- Octaria, D., Zulkardi, Z., & Putri, R. I. I. (2023). Systematic literature review: How students learn linear programming with realistic mathematics education? *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 6(1), 41–46. <https://doi.org/10.33122/ijtmer.v6i1.174>
- Rasid Mile, A., Rifai Katili, M., & Nuwan, N. (2022). Penjadwalan mata pelajaran menggunakan integer nonlinear programming. *Research in the Mathematical and*

- Natural Sciences*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.55657/rmns.v4i1.200>
- Sabrina, A., Simbolon, N., Rangkuti, A., & Ginting, S. S. B. (2025). Systematic literature review: Implementasi metode Big M dalam mengoptimalkan berbagai kasus program linier. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Matematika*, 2(3), 84–92. <https://doi.org/10.62383/katalis.v2i3.2018>
- Setiawandi, A., Hernawan, A., & Chotimah, S. (2019). Analisis kepercayaan diri siswa SMA IT Fithrah Insani Bandung menggunakan media ICT berbasis VBA Excel pada materi persamaan kuadrat. *Media Pendidikan Matematika*, 7(2), 17–22. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jmpm/article/view/2187>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Solichin, A., Masdarto, M., Khasanah, M., Abbas, M., Ma'aruf, S., & Kusmawati, H. (2023). Inovasi pembelajaran PAI dalam meningkatkan mutu pendidikan PAI. *Journal on Education*, 5(2), 3990–3998. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.1104>
- Suherman, A., Firmansyah, Y., & Suherman, S. (2024). Manajemen sumber daya manusia yang efektif dan efisien dalam pendidikan di era 5.0. *Journal of Education Research*, 5(2), 2066–2073. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i2.1079>
- Syam, W. N., W. A., B. S., & Muhammad, A. H. (2023). Arsitektur perusahaan untuk mendukung transformasi digital: Studi literature review. *JiTEKH*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.35447/jitekh.v11i1.688>
- Vilchez-Torres, M., Ramos-Castillo, N., & Bobadilla-Asto, L. (2023). Optimization of solid waste collection routes using graph theory and linear programming. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2023-July, 1–8. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.925>
- Wahyuningsih, H., Chairun Nissa, I., & Yuntawati. (2019). Analisis kemampuan siswa dalam memahami konsep sistem persamaan linier tiga variabel (SPLTV) berdasarkan teori APOS. *Media Pendidikan Matematika*, 7(1), 23–27. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jmpm/article/view/1556>
- Wilder, B., Dilkina, B., & Tambe, M. (2019). Melding the data-decisions pipeline: Decision-focused learning for combinatorial optimization. *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(1), 1658–1666. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33011658>
- Yasri, B., Harefa, F. M., Fadila, M., & Ananda, N. (2025). Penerapan program linier untuk menyelesaikan masalah alokasi sumber daya pada persoalan penugasan. *Algoritma*, 3, 82–88.