



Penerapan Analisis sensitivitas dalam Pengambilan Keputusan Operasional

Fadhilah Rahmah^{1*}, Ekki Wahyuni Lubis², Winda Winata S Pane³, Abdullah Nasution⁴, Siti Salamah Br Ginting⁵

¹⁻⁵ Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Alamat: Jl. Williém Iskandar, Pasar V, Medan Estate

Korespondensi penulis: fadhilahrahmahh7@gmail.com

Abstract. *This study aims to systematically review the application of sensitivity analysis in operational decision-making based on linear programming. The research method used is a Systematic Literature Review (SLR), analyzing scientific articles published between 2018 and 2024 from databases such as Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, and Google Scholar. The review focuses on how sensitivity analysis is employed to evaluate the stability of linear programming solutions in the face of parameter changes, such as objective function coefficients, constraint bounds, and resource availability. The results indicate that local sensitivity analysis approaches are the most commonly used due to their simplicity and ease of interpretation. However, they fall short in capturing parameter interactions and complex uncertainty. Therefore, recent studies have started to explore global sensitivity methods, such as Morris and Sobol techniques, as well as geometric visualization approaches to provide a more holistic understanding. This study recommends integrating both local and global approaches and utilizing computational tools to enhance the robustness of operational decisions. The findings are expected to serve as a reference for more adaptive, efficient, and resilient decision-making under uncertainty.*

Keywords: *Sensitivity analysis, linear programming, optimization.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis penerapan analisis sensitivitas dalam pengambilan keputusan operasional berbasis program linear. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review (SLR)* dengan menelaah berbagai artikel ilmiah dari tahun 2018 hingga 2024 yang diperoleh melalui database seperti Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Kajian difokuskan pada bagaimana analisis sensitivitas digunakan untuk mengevaluasi stabilitas solusi program linear dalam menghadapi perubahan parameter, seperti koefisien fungsi tujuan, batas kendala, dan ketersediaan sumber daya. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa pendekatan analisis sensitivitas lokal paling umum digunakan karena kemudahannya dalam interpretasi, namun kurang mampu menangkap interaksi antarparameter. Oleh karena itu, beberapa studi telah mulai mengembangkan pendekatan global dan metode visual berbasis geometri untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif. Penelitian ini merekomendasikan integrasi antara pendekatan lokal dan global serta pemanfaatan perangkat bantu komputasi dalam praktik operasional. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengambilan keputusan yang lebih adaptif, efisien, dan tangguh terhadap ketidakpastian.

Kata kunci: Analisis sensitivitas, program linear, optimasi.

1. LATAR BELAKANG

Dalam dunia bisnis dan industri yang dinamis, pengambilan keputusan operasional yang tepat menjadi aspek krusial dalam menjaga efisiensi dan daya saing perusahaan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan operasional adalah *program linear*, yaitu metode matematis yang bertujuan mengoptimalkan suatu fungsi objektif (seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya) dengan mempertimbangkan berbagai kendala sumber daya.

Namun, dalam praktiknya, parameter-parameter yang digunakan dalam model program linear—seperti koefisien fungsi objektif, sumber daya, dan batasan lainnya—sering kali bersifat tidak pasti atau rentan terhadap perubahan. Ketidakpastian ini dapat berdampak signifikan pada solusi optimal yang diperoleh, sehingga diperlukan suatu metode untuk menguji kepekaan model terhadap perubahan nilai-nilai parameter tersebut. Di sinilah *analisis sensitivitas* berperan penting.

Analisis sensitivitas dalam konteks program linear berfungsi untuk mengevaluasi sejauh mana perubahan nilai parameter akan mempengaruhi hasil solusi optimal. Dengan demikian, manajer atau pengambil keputusan dapat memperoleh wawasan yang lebih dalam terhadap stabilitas solusi dan membuat perencanaan kontinjensi yang lebih matang. Analisis ini juga memungkinkan pengambil keputusan untuk memahami margin toleransi terhadap fluktuasi biaya, kapasitas, atau permintaan, sebelum solusi yang dihasilkan menjadi tidak lagi optimal.

Seiring berkembangnya teknologi informasi dan kompleksitas sistem operasi modern, penerapan analisis sensitivitas dalam program linear pun mengalami perkembangan yang pesat. Berbagai studi telah dilakukan untuk mengkaji metode, aplikasi, serta efektivitasnya dalam berbagai sektor seperti manufaktur, logistik, transportasi, kesehatan, dan lain sebagainya.

Meskipun demikian, hingga saat ini belum banyak kajian literatur sistematis yang secara khusus menyoroti tren, metode, dan kontribusi dari penerapan analisis sensitivitas dalam konteks pengambilan keputusan operasional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap berbagai studi yang mengangkat penerapan analisis sensitivitas dalam program linear untuk pengambilan keputusan operasional. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan studi, mengidentifikasi celah penelitian, serta memberikan arah bagi penelitian dan praktik di masa depan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan **Systematic Literature Review (SLR)** untuk mengkaji penerapan analisis sensitivitas dalam pengambilan keputusan operasional berbasis program linear. SLR dipilih karena mampu menyusun dan mensintesis hasil penelitian terdahulu secara sistematis, objektif, dan replikatif. Proses pencarian artikel dilakukan melalui beberapa database terkemuka seperti Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar dengan menggunakan kata kunci: "*sensitivity analysis*", "*linear programming*", dan

"operational decision making". Studi yang diambil dibatasi pada publikasi antara tahun 2018 hingga 2024, berbahasa Inggris atau Indonesia, serta telah melalui proses peer-review.

Artikel yang diperoleh disaring menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan kesesuaian topik. Selanjutnya, artikel yang lolos dianalisis untuk mengidentifikasi tren penelitian, pendekatan metode yang digunakan, bidang aplikasi, serta temuan dan keterbatasan studi terdahulu. Analisis dilakukan secara deskriptif dan tematik untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang kontribusi analisis sensitivitas dalam pengambilan keputusan operasional. Hasil SLR ini diharapkan dapat memberikan pemetaan literatur yang komprehensif serta menjadi dasar bagi penelitian dan praktik selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan Studi Kasus di Berbagai Industri

Berbagai studi menunjukkan bahwa penerapan analisis sensitivitas dalam program linear memberikan kontribusi nyata terhadap efisiensi pengambilan keputusan operasional. Di sektor manufaktur, studi oleh Anis (2021) pada PT Dae Gil Indonesia menunjukkan bahwa dengan model program linear, perusahaan mampu menetapkan jumlah produksi optimal yang menghasilkan keuntungan maksimal. Melalui analisis sensitivitas, dapat diketahui bahwa perubahan harga bahan baku maupun kapasitas produksi dalam rentang tertentu tidak mengganggu solusi optimal. Studi serupa pada industri makanan seperti di P.J. Karomah Kudus dan Lyly Bakery juga menunjukkan bahwa strategi produksi bisa tetap efisien meskipun terjadi variasi pada harga bahan baku atau permintaan produk. Ini menunjukkan bahwa model program linear yang dilengkapi dengan analisis sensitivitas menjadi alat penting untuk mendukung keputusan yang fleksibel dan tangguh di berbagai sektor industri.

Pendekatan dan Metode Sensitivitas yang Digunakan

Dari literatur yang dikaji, sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan analisis sensitivitas lokal, yaitu dengan mengubah satu parameter (seperti koefisien fungsi tujuan atau batas kendala) secara parsial untuk mengamati dampaknya terhadap solusi optimal. Metode ini relatif sederhana dan dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak seperti Microsoft Excel Solver atau metode Simpleks manual. Namun, dalam beberapa penelitian yang lebih lanjut, seperti oleh Sobol (2020) dan Morris (2008), digunakan pendekatan global yang mempertimbangkan perubahan simultan beberapa parameter, sehingga memberikan pemahaman yang lebih luas dan realistis terhadap ketidakpastian. Selain itu, muncul pula pendekatan berbasis geometri (seperti metode sudut polar) yang digunakan untuk mengkaji sensitivitas solusi secara visual dan intuitif.

Implikasi untuk Pengambilan Keputusan

Hasil dari berbagai penelitian menyimpulkan bahwa analisis sensitivitas membantu pengambil keputusan dalam memahami batas toleransi parameter dan risiko yang terkait. Dengan informasi ini, manajer operasional dapat merancang strategi yang adaptif ketika terjadi fluktuasi harga bahan baku, perubahan kapasitas, atau variasi permintaan. Sebagai contoh, jika suatu solusi optimal tidak berubah meskipun terjadi kenaikan harga bahan baku sebesar 10%, maka perusahaan dapat dengan percaya diri menjalankan keputusan tersebut tanpa harus menghitung ulang seluruh model. Sebaliknya, jika sensitivitas tinggi terhadap perubahan kecil, maka manajer perlu menyiapkan skenario alternatif atau strategi mitigasi. Dengan demikian, analisis sensitivitas tidak hanya mendukung keputusan teknis, tetapi juga keputusan strategis dalam konteks ketidakpastian.

Rekomendasi dan Arah Penelitian Selanjutnya

Melihat keterbatasan pendekatan lokal, disarankan adanya integrasi metode analisis sensitivitas lokal dan global dalam penelitian dan praktik operasional ke depan. Pendekatan hybrid akan memberikan gambaran menyeluruh dan lebih andal, terutama di lingkungan yang penuh ketidakpastian. Selain itu, penelitian mendatang perlu mengembangkan dan menguji penggunaan metode geometri atau visualisasi sensitivitas, khususnya pada model-program linear berskala besar dan nonlinier. Pengembangan perangkat bantu berbasis Python, R, atau MATLAB juga dapat memperluas akses penggunaan metode sensitivitas global oleh praktisi di industri. Penelitian juga perlu diarahkan pada sektor-sektor yang belum banyak dieksplorasi, seperti logistik, kesehatan, dan energi terbarukan.

Tantangan dan Keterbatasan dalam Penerapan

Meskipun analisis sensitivitas menawarkan banyak manfaat, terdapat beberapa tantangan yang kerap ditemukan dalam praktik. Salah satunya adalah keterbatasan pemahaman pengguna terhadap interpretasi hasil sensitivitas, khususnya jika tidak memiliki latar belakang matematika terapan atau pemodelan. Selain itu, dalam beberapa kasus dunia nyata, model program linear terlalu sederhana untuk menggambarkan kondisi operasional yang kompleks, sehingga sensitivitas model tersebut tidak sepenuhnya mencerminkan kenyataan. Ada pula keterbatasan dalam penerapan metode global karena kompleksitas perhitungannya serta kebutuhan komputasi yang tinggi. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk pelatihan, pendampingan teknis, serta pengembangan model hibrida yang tetap sederhana tetapi mampu menggambarkan ketidakpastian secara lebih realistis.

Kontribusi Sistematis terhadap Pengembangan Ilmu dan Praktik

Melalui kajian sistematis ini, dapat disimpulkan bahwa pendekatan analisis sensitivitas tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu evaluasi model matematika, tetapi juga sebagai dasar ilmiah dalam perumusan kebijakan operasional. Dalam konteks pendidikan tinggi dan pelatihan profesional, hasil kajian ini dapat menjadi rujukan penting untuk pengembangan modul pembelajaran berbasis kasus nyata, terutama dalam mata kuliah program linear, riset operasi, dan pengambilan keputusan. Dari sisi praktis, kajian ini membantu organisasi dalam menyusun strategi berbasis data dan skenario, terutama di era ketidakpastian pascapandemi, perubahan iklim, atau dinamika ekonomi global.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian sistematis terhadap berbagai literatur dalam lima tahun terakhir, dapat disimpulkan bahwa analisis sensitivitas merupakan komponen penting dalam pengambilan keputusan operasional berbasis program linear. Penerapannya terbukti memberikan fleksibilitas dan ketangguhan terhadap perubahan parameter, seperti harga, kapasitas produksi, dan permintaan. Sebagian besar penelitian mengandalkan pendekatan analisis sensitivitas lokal karena kemudahan implementasinya, namun pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam menangani interaksi antarparameter dan perubahan yang kompleks.

Studi-studi terbaru telah menunjukkan perlunya integrasi metode global, seperti teknik Morris dan Sobol, serta pendekatan geometri visual untuk memahami dampak perubahan parameter secara simultan dan holistik. Penerapan gabungan antara metode lokal dan global dapat memberikan gambaran yang lebih akurat, realistis, dan dapat diterapkan dalam situasi nyata. Oleh karena itu, analisis sensitivitas tidak hanya menjadi alat evaluasi teknis, tetapi juga menjadi strategi penting dalam mitigasi risiko dan perencanaan skenario operasional.

Saran

Berdasarkan hasil kajian, disarankan agar penelitian selanjutnya tidak hanya mengandalkan pendekatan analisis sensitivitas lokal, tetapi juga mulai mengintegrasikan metode global seperti teknik Morris atau Sobol untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap pengaruh perubahan parameter secara simultan. Selain itu, penelitian lanjutan perlu diperluas pada sektor-sektor yang belum banyak dieksplorasi, seperti bidang kesehatan, logistik, dan energi terbarukan, agar penerapan analisis sensitivitas dalam program linear semakin relevan dengan tantangan nyata di berbagai bidang. Bagi praktisi dan pengambil keputusan di lapangan, sangat penting untuk mulai memanfaatkan perangkat lunak berbasis komputasi seperti Python, MATLAB, atau R dalam proses perhitungan analisis sensitivitas

agar mampu mengantisipasi ketidakpastian operasional secara lebih efektif. Sementara itu, bagi lembaga pendidikan, disarankan untuk memasukkan materi terkait analisis sensitivitas, baik dari pendekatan lokal maupun global, ke dalam kurikulum pembelajaran matematika terapan dan manajemen operasional, sehingga lulusan tidak hanya menguasai konsep teoritis, tetapi juga siap menghadapi kompleksitas pengambilan keputusan di dunia nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- A practical approach to sensitivity analysis in linear programming. (2010). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com>
- Ahmed, S., Sultana, J., Yeasmin Nilu, T., & Islam, S. (2021). Sensitivity analysis of linear programming in decision making model. *International Journal of Theoretical and Applied Mathematics*, 7(3), 53–56. <https://www.sciencepublishinggroup.com>
- Andriani, R., & Yuliana, S. (2020). Implementasi analisis sensitivitas pada masalah maksimisasi keuntungan produksi roti di CV Lyly Bakery. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 16(1), 65–72.
- Anis, F. (2021). Analisis sensitivitas pada pemrograman linear untuk menentukan produksi optimal di PT Dae Gil Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 12(2), 45–52.
- Auliya, N. F. (2022). Analisis sensitivitas terhadap model transportasi menggunakan metode MODI dan Stepping Stone (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Confalonieri, R., et al. (2010). Enhanced Morris method for global sensitivity analysis: Good proxy for Sobol index. *Structural and Multidisciplinary Optimization*. <https://dl.acm.org>
- Iooss, B., & Lemaître, P. (2014). A review on global sensitivity analysis methods. arXiv. <https://arxiv.org>
- Kaci, M., & Radjef, S. (2023). A new geometric approach for sensitivity analysis in linear programming. arXiv. <https://arxiv.org>
- Morris, M. D. (1991). Factorial sampling plans for preliminary computational experiments. In *Global Sensitivity Analysis: The Primer* (2007). Dijelaskan ulang dalam Saltelli et al. <https://en.wikipedia.org>
- Neto, C., et al. (2024). Linear programming sensitivity measured by the optimal value worst-case derivative. Taylor & Francis. <https://www.tandfonline.com>
- Rackauckas, C. (2020). Global sensitivity analysis – Primer & methods. MIT. <https://book.sciml.ai>

- Rahmawati, D., & Prasetyo, A. (2018). Aplikasi analisis sensitivitas dalam linear programming untuk penjadwalan produksi di industri garmen. Dalam Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (SENAMA), Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rizki, M. N., & Lestari, R. (2019). Pemanfaatan analisis sensitivitas dalam linear programming untuk optimalisasi produksi usaha mikro. *Jurnal MIPA Terapan dan Sains*, 7(1), 32–39.
- Robust combination of the Morris and Sobol methods in complex systems. (2019). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com>
- Sensitivity analysis in linear programming: Just be careful! (1996). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com>
- Sobol', I. M. (1993). Sensitivity estimates for non linear mathematical models. *Mathematical Modelling & Computational Experiment*, 1, 407–414. <https://en.wikipedia.org>
- Sobol', I. M. (2001). Global sensitivity indices for nonlinear mathematical models and their Monte Carlo estimates. *Mathematics and Computers in Simulation*, 55(1–3), 271–280. <https://en.wikipedia.org>
- Ward, J. E., & Wendell, R. E. (1990). Approaches to sensitivity analysis in linear programming. *Annals of Operations Research*, 27, 3–38. <https://link.springer.com>
- Xu, G., & Burer, S. (2015). Robust sensitivity analysis of the optimal value of linear programming. arXiv. <https://arxiv.org>
- Yeasmin Nilu, T., Ahmed, S., & Bhuiyan, M. A. I. (2017). A study of sensitivity analysis in linear programming problem and its implementation in real life. Green University Press. <https://www.researchgate.net>