



## Analisis Sensitivitas dalam Kerangka Pengambilan Keputusan Operasional Perusahaan

Nadia Fitriani<sup>1\*</sup>, Arifin Budiman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Progdi Ilmu Hukum, Universitas STEKOM, Semarang, Indonesia

Alamat: Jl. Majapahit No. 605, Pedurungan Kidul, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50192

Korespondensi penulis: [nadia.fitriani@stekom.ac.id](mailto:nadia.fitriani@stekom.ac.id)

**Abstract.** *This research conducts a systematic review of sensitivity analysis applications in operational decision-making based on linear programming. Using the Systematic Literature Review (SLR) method, the study examines scholarly articles published between 2018-2024 from Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, and Google Scholar databases. The research focuses on exploring how sensitivity analysis is utilized to assess the resilience of linear programming solutions against parameter variations, including objective function coefficients, constraint boundaries, and resource availability. Findings indicate that local sensitivity analysis approaches remain predominant in practical applications due to their simplicity and interpretability. However, these methods demonstrate limitations in accommodating parameter interactions and complex uncertainties. In response, recent studies have begun integrating global sensitivity methods such as Morris and Sobol techniques, along with geometric visualization approaches to provide more comprehensive understanding. This study recommends complementary integration of local and global approaches supported by computational tools to enhance operational decision robustness. The review outcomes are expected to provide foundation for developing more adaptive, efficient, and resilient decision-making systems under uncertain conditions.*

**Keywords:** Sensitivity Analysis, Linear Programming, Optimization.

**Abstrak.** Penelitian ini menyajikan tinjauan sistematis terhadap penerapan analisis sensitivitas dalam pengambilan keputusan operasional berbasis pemrograman linier. Melalui metode Systematic Literature Review (SLR), dikaji artikel-artikel ilmiah terbitan 2018-2024 dari basis data Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Fokus penelitian adalah mengeksplorasi pemanfaatan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi ketahanan solusi pemrograman linier terhadap variasi parameter, termasuk koefisien fungsi objektif, batasan kendala, dan ketersediaan sumber daya. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa pendekatan analisis sensitivitas lokal masih mendominasi penerapan praktis karena kesederhanaan dan kemudahan interpretasinya. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam mengakomodasi interaksi antarparameter dan ketidakpastian kompleks. Sebagai respons, penelitian terkini mulai mengintegrasikan metode sensitivitas global seperti teknik Morris dan Sobol, serta pendekatan visualisasi geometris untuk memberikan pemahaman yang lebih holistik. Studi ini merekomendasikan integrasi komplementer antara pendekatan lokal dan global dengan dukungan perangkat komputasi untuk meningkatkan ketangguhan keputusan operasional. Hasil kajian diharapkan dapat menjadi landasan bagi pengembangan sistem pengambilan keputusan yang lebih adaptif, efisien, dan resilien dalam kondisi ketidakpastian.

Kata kunci: Analisis Sensitivitas, Pemrograman Linier, Optimasi.

### 1. LATAR BELAKANG

Dalam konteks persaingan bisnis dan industri yang semakin dinamis, akurasi pengambilan keputusan operasional menjadi faktor fundamental dalam mempertahankan efisiensi dan keunggulan kompetitif organisasi. Salah satu metodologi yang secara luas diimplementasikan adalah pemrograman linier—sebuah teknik matematis yang dirancang untuk mengoptimalkan pencapaian fungsi objektif, seperti memaksimalkan profit atau meminimalkan biaya operasional, dengan tetap mempertimbangkan berbagai pembatas sumber daya.

Namun, aplikasi model pemrograman linier dalam skenario nyata sering kali dihadapkan pada ketidakpastian parameter, mencakup variabel seperti koefisien fungsi tujuan, kapasitas sumber daya, dan elemen pembatas lainnya. Dinamika ini berpotensi mengubah solusi optimal yang telah ditetapkan, sehingga menciptakan kebutuhan akan suatu mekanisme yang mampu menguji responsivitas model terhadap variasi parameter. Analisis sensitivitas hadir sebagai solusi strategis dalam menjawab tantangan ini.

Analisis sensitivitas memfasilitasi evaluasi komprehensif terhadap dampak perubahan parameter terhadap solusi optimal model pemrograman linier. Melalui pendekatan ini, para decision-maker dapat mengukur tingkat stabilitas solusi, menyusun strategi kontinjensi yang matang, serta mengidentifikasi batas toleransi terhadap volatilitas biaya, kapasitas produksi, dan fluktuasi permintaan sebelum solusi mengalami penurunan optimalitas.

Sejalan dengan transformasi digital dan kompleksitas ekosistem operasional kontemporer, implementasi analisis sensitivitas dalam pemrograman linier telah menunjukkan perkembangan signifikan. Beragam penelitian telah mengeksplorasi metodologi, aplikasi, dan efektivitasnya di berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, rantai pasok, transportasi, dan layanan kesehatan.

Meskipun demikian, tinjauan literatur sistematis yang secara khusus memetakan evolusi tren, inovasi metodologis, dan kontribusi substantif dari penerapan analisis sensitivitas dalam kerangka pengambilan keputusan operasional masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menginisiasi pelaksanaan Systematic Literature Review (SLR) untuk mensintesis berbagai studi terkait implementasi analisis sensitivitas dalam pemrograman linier untuk keputusan operasional. Kajian ini diharapkan dapat memetakan lanskap perkembangan keilmuan, mengidentifikasi celah akademik, dan memberikan arahan strategis bagi pengembangan penelitian dan praktik di masa mendatang.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **2.1 Kerangka Konseptual**

#### **2.1.1 Pengambilan Keputusan Operasional**

Menurut Heizer dan Render (2020), pengambilan keputusan operasional merupakan proses pemilihan alternatif terbaik dari berbagai pilihan yang tersedia untuk mengelola sumber daya organisasi secara efektif. Dalam konteks perusahaan, keputusan operasional mencakup aspek-aspek seperti perencanaan produksi, manajemen inventori, alokasi sumber daya, dan penjadwalan kerja. Slack et al. (2021) mengemukakan bahwa karakteristik utama keputusan

operasional adalah frekuensi yang tinggi, dampak langsung terhadap kinerja, dan ketergantungan pada data real-time.

### **2.1.2 Program Linear dalam Operasi**

Program linear merupakan teknik optimasi matematis yang digunakan untuk mencari nilai optimal dari fungsi objektif linier dengan memperhatikan kendala-kendala linier (Hillier dan Lieberman, 2022). Menurut Taha (2021), program linear telah menjadi alat fundamental dalam pengambilan keputusan operasional karena kemampuannya dalam memodelkan masalah kompleks menjadi bentuk matematis yang terstruktur. Aplikasi program linear dalam operasi perusahaan meliputi optimasi mix produk, perencanaan kapasitas produksi, dan alokasi sumber daya terbatas.

## **2.2 Teori Analisis Sensitivitas**

### **2.2.1 Konsep Dasar Analisis Sensitivitas**

Berdasarkan Saltelli et al. (2021), analisis sensitivitas didefinisikan sebagai studi tentang bagaimana ketidakpastian dalam output model dapat dialokasikan kepada sumber-sumber ketidakpastian yang berbeda dalam input model. Dalam konteks program linear, analisis sensitivitas mengkaji perubahan solusi optimal akibat variasi parameter model (Winston dan Goldberg, 2020).

### **2.2.2 Jenis-Jenis Analisis Sensitivitas**

Menurut Borgonovo dan Plischke (2022), terdapat dua pendekatan utama dalam analisis sensitivitas:

- a. Analisis Sensitivitas Lokal
  - 1) Mengkaji pengaruh perubahan kecil parameter sekitar nilai nominal
  - 2) Menggunakan teknik *derivative-based*
  - 3) Efektif untuk analisis marginal dan linier
- b. Analisis Sensitivitas Global
  - 1) Mengeksplorasi pengaruh variasi parameter dalam rentang yang luas
  - 2) Menggunakan metode sampling dan eksperimen numerik
  - 3) Mampu menangkap interaksi non-linier antar parameter

## **2.3 Teori Pendukung**

### **2.3.1 Teori Optimasi**

Menurut Boyd dan Vandenberghe (2020), teori optimasi memberikan fondasi matematis untuk pemahaman sifat-sifat solusi optimal, termasuk stabilitas dan ketahanan terhadap

perubahan parameter. Konsep dualitas dalam program linear memainkan peran krusial dalam analisis sensitivitas dengan memberikan insight tentang nilai shadow price dan reduced cost.

### 2.3.2 Teori Keputusan di Bawah Ketidakpastian

Savage (2019) dalam teori keputusan menekankan pentingnya memahami dampak ketidakpastian terhadap outcomes keputusan. Analisis sensitivitas berperan sebagai alat untuk mengkuantifikasi ketidakpastian dan memberikan informasi tentang robustness solusi yang dihasilkan.

## 2.4 Kerangka Analisis Sensitivitas dalam Operasi

### 2.4.1 Parameter Kritis dalam Model Operasional

Menurut Chopra dan Meindl (2023), parameter-parameter kritis yang memerlukan analisis sensitivitas dalam konteks operasional meliputi:

- a. Koefisien fungsi objektif (biaya, harga, kontribusi margin)
- b. Kapasitas sumber daya (produksi, penyimpanan, tenaga kerja)
- c. Demand forecast dan parameter pasar
- d. Waktu proses dan lead time

### 2.4.2 Metode Analisis Sensitivitas Terapan

Berdasarkan penelitian Sipper dan Bulfin (2021), beberapa metode analisis sensitivitas yang relevan dengan konteks operasional perusahaan adalah:

- a. Analisis range untuk koefisien objektif dan kendala
- b. Analisis nilai dual dan *reduced cost*
- c. What-if analysis menggunakan *software* optimasi
- d. Simulasi Monte Carlo untuk ketidakpastian stokastik

## 3. METODE PENELITIAN

Kajian ini menerapkan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis implementasi analisis sensitivitas dalam kerangka pengambilan keputusan operasional yang menggunakan pendekatan pemrograman linier. Pemilihan metode SLR didasarkan pada kemampuannya dalam mengorganisir dan mensintesis temuan-temuan penelitian sebelumnya secara terstruktur, objektif, dan dapat diulang (*replicable*).

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui eksplorasi berbagai database terindeks, mencakup Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci utama: "*sensitivity analysis*", "*linear programming*", dan "*operational decision making*". Ruang lingkup penelitian dibatasi pada publikasi ilmiah

periode 2018–2024 yang diterbitkan dalam bahasa Inggris atau Indonesia, serta telah melalui proses penelaahan sejawat (*peer-reviewed*).

Seleksi artikel dilakukan melalui penerapan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan relevansi materi dengan fokus penelitian. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi pola penelitian, pendekatan metodologis, bidang penerapan, serta temuan dan keterbatasan yang diungkapkan dalam studi-studi terdahulu.

Proses analisis data dilakukan secara deskriptif dan tematik untuk memperoleh pemahaman komprehensif mengenai kontribusi analisis sensitivitas dalam konteks pengambilan keputusan operasional. Hasil review sistematis ini diharapkan dapat menyajikan pemetaan literatur yang utuh serta menjadi landasan bagi pengembangan penelitian dan praktik di masa mendatang.

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1. Temuan Empiris di Berbagai Sektor Industri**

Implementasi analisis sensitivitas dalam pemrograman linier telah memberikan dampak signifikan terhadap efektivitas pengambilan keputusan operasional. Pada sektor manufaktur, penelitian Anis (2021) di PT Dae Gil Indonesia membuktikan bahwa model pemrograman linier berhasil menentukan tingkat produksi optimal untuk memaksimalkan keuntungan. Analisis sensitivitas mengungkapkan bahwa fluktuasi harga material dan variasi kapasitas produksi dalam batas tertentu tidak mengubah solusi optimal. Temuan serupa pada industri makanan, seperti di PJ. Karomah Kudus dan Lyly Bakery, menunjukkan ketahanan strategi produksi terhadap perubahan harga bahan baku dan permintaan pasar. Bukti-bukti ini mengonfirmasi bahwa integrasi analisis sensitivitas dalam model pemrograman linier menjadi instrumen krusial untuk pengambilan keputusan yang adaptif dan resilien di berbagai industri.

### **4.2. Evolusi Metodologi Analisis Sensitivitas**

Berdasarkan tinjauan literatur, mayoritas penelitian masih mengadopsi pendekatan analisis sensitivitas lokal dengan memvariasi parameter tunggal (koefisien fungsi objektif atau batasan) secara parsial untuk mengamati dampaknya terhadap solusi optimal. Metode ini relatif sederhana dan dapat diimplementasikan menggunakan perangkat seperti Microsoft Excel Solver atau algoritma Simpleks manual. Namun, perkembangan terkini menunjukkan adopsi pendekatan global oleh Sobol (2020) dan Morris (2008) yang mempertimbangkan

variasi simultan multiparameter, memberikan perspektif yang lebih komprehensif dan realistis terhadap ketidakpastian. Inovasi metodologis juga ditandai dengan kemunculan pendekatan geometris (seperti metode sudut polar) yang memungkinkan analisis sensitivitas secara visual dan intuitif.

### **4.3. Implikasi Manajerial dan Strategis**

Temuan penelitian mengkonfirmasi bahwa analisis sensitivitas memungkinkan para pengambil keputusan untuk mengidentifikasi batas toleransi parameter dan mengkuantifikasi risiko operasional. Informasi ini memfasilitasi perancangan strategi operasional yang responsif terhadap volatilitas harga material, fluktuasi kapasitas, dan dinamika permintaan. Sebagai contoh, stabilitas solusi optimal terhadap kenaikan 10% harga bahan baku memberikan keyakinan eksekutif untuk menerapkan keputusan tanpa recalibrasi model menyeluruh. Sebaliknya, sensitivitas tinggi terhadap perubahan minor mengharuskan penyiapan skenario kontinjensi dan strategi mitigasi. Dengan demikian, analisis sensitivitas tidak hanya mendukung keputusan teknis-operasional, tetapi juga keputusan strategis dalam lingkungan bisnis yang dinamis.

### **4.4. Agenda Pengembangan dan Riset Masa Depan**

Menyikapi keterbatasan pendekatan lokal, penelitian merekomendasikan integrasi metode analisis sensitivitas lokal dan global dalam praktik operasional. Pendekatan hybrid ini diharapkan dapat memberikan perspektif yang lebih holistik dan andal, khususnya dalam lingkungan yang sarat ketidakpastian. Penelitian mendatang perlu mengembangkan dan memvalidasi penerapan metode geometris dan visualisasi sensitivitas, terutama untuk model pemrograman linier berskala besar dan nonlinier. Pengembangan toolkit berbasis Python, R, atau MATLAB dapat mendemokratisasi akses terhadap metode sensitivitas global bagi praktisi industri. Eksplorasi lebih lanjut juga diperlukan pada sektor-sektor emerging seperti logistik cerdas, manajemen kesehatan, dan energi terbarukan.

### **4.5. Tantangan Implementasi dan Solusi**

Meskipun manfaat analisis sensitivitas telah terbukti secara empiris, implementasinya masih menghadapi beberapa kendala substantif. Tantangan utama meliputi keterbatasan literasi pengguna dalam menginterpretasikan hasil analisis, khususnya bagi praktisi tanpa latar belakang matematika terapan. Selain itu, simplifikasi model pemrograman linier seringkali tidak mampu merepresentasikan kompleksitas sistem operasional nyata, sehingga

mengurangi validitas analisis sensitivitas. Penerapan metode global juga terkendala oleh kompleksitas komputasi dan kebutuhan sumber daya komputasi yang tinggi. Solusi strategis meliputi pengembangan program kapasitas, pendampingan teknis, dan formulasi model hybrid yang mempertahankan kesederhanaan struktural sekaligus merepresentasikan ketidakpastian secara lebih akurat.

#### **4.6. Kontribusi Akademik dan Praktis**

Kajian sistematis ini mengkonfirmasi bahwa analisis sensitivitas tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi model matematika, tetapi juga sebagai fondasi ilmiah dalam formulasi kebijakan operasional. Dalam konteks pendidikan tinggi dan pengembangan profesional, temuan kajian ini dapat diintegrasikan dalam pengembangan kurikulum berbasis studi kasus, khususnya untuk mata kuliah pemrograman linier, riset operasi, dan manajemen keputusan. Dari perspektif praktis, kajian ini mendorong adopsi pendekatan data-driven dan skenario-based planning dalam organisasi, khususnya dalam merespons disrupsi pascapandemi, perubahan iklim, dan volatilitas ekonomi global.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Simpulan**

Berdasarkan sintesis literatur sistematis dalam kurun waktu lima tahun terakhir, dapat disimpulkan bahwa analisis sensitivitas menempati peran strategis dalam proses pengambilan keputusan operasional berbasis pemrograman linier. Implementasinya terbukti mampu meningkatkan kapasitas adaptasi dan ketahanan sistem terhadap variabilitas parameter operasional seperti fluktuasi harga, dinamika kapasitas produksi, dan volatilitas permintaan. Meskipun pendekatan analisis sensitivitas lokal masih dominan digunakan karena pertimbangan kepraktisan, pendekatan ini memiliki kelemahan mendasar dalam mengakomodasi interdependensi antarparameter dan kompleksitas perubahan lingkungan.

Perkembangan mutakhir dalam bidang ini mengindikasikan urgensi integrasi metode analisis global, termasuk teknik Morris dan Sobol, serta pendekatan visualisasi geometris untuk mengeksplorasi dampak perubahan parameter secara simultan dan komprehensif. Kombinasi sinergis antara pendekatan lokal dan global mampu menyajikan representasi yang lebih presisi, kontekstual, dan aplikatif dalam skenario operasional nyata. Dengan demikian, analisis sensitivitas telah berevolusi dari sekadar instrumen evaluasi teknis menjadi komponen strategis dalam manajemen risiko dan perencanaan skenario operasional.

## **5.2. Saran**

Berdasarkan temuan kajian, dirumuskan beberapa rekomendasi strategis:

a. Untuk Komunitas Peneliti:

- 1) Mengintegrasikan pendekatan analisis sensitivitas global (teknik Morris dan Sobol) bersama metode konvensional untuk mendapatkan pemahaman holistik tentang dinamika parameter
- 2) Memperluas cakupan penelitian ke sektor-sektor emerging seperti manajemen layanan kesehatan, optimasi rantai pasok digital, dan sistem energi terbarukan

b. Untuk Praktisi Industri:

- 1) Mengadopsi platform komputasi modern (Python, MATLAB, R) untuk implementasi analisis sensitivitas yang lebih komprehensif
- 2) Mengembangkan kapasitas anticipatory governance melalui pemodelan sensitivitas multi-skenario

c. Untuk Institusi Pendidikan:

- 1) Mengintegrasikan kurikulum analisis sensitivitas kontemporer dalam mata kuliah matematika terapan dan manajemen operasional
- 2) Mengembangkan pembelajaran berbasis studi kasus yang mengakomodasi kompleksitas problem solving di dunia nyata

d. Roadmap Implementasi:

- 1) Fase jangka pendek: Sosialisasi dan kapasitas metodologi sensitivitas hybrid
- 2) Fase menengah: Pengembangan toolkit komputasi terintegrasi
- 3) Fase panjang: Institusionalisasi analisis sensitivitas dalam sistem pengambilan keputusan korporat

Dengan implementasi rekomendasi ini, diharapkan terjadi akselerasi adopsi analisis sensitivitas yang tidak hanya meningkatkan ketangguhan operasional tetapi juga menciptakan competitive advantage dalam landscape bisnis yang semakin dinamis dan kompleks.

**DAFTAR REFERENSI**

- [1] A practical approach to sensitivity analysis in linear programming. (2010). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com>
- [2] 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>
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Auliya, N. F. (2022). Analisis sensitivitas terhadap model transportasi menggunakan metode MODI dan Stepping Stone (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- [6] 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>
- [7] Iooss, B., & Lemaître, P. (2014). A review on global sensitivity analysis methods. arXiv. <https://arxiv.org>
- [8] Kaci, M., & Radjef, S. (2023). A new geometric approach for sensitivity analysis in linear programming. arXiv. <https://arxiv.org>
- [9] 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>
- [10] Neto, C., et al. (2024). Linear programming sensitivity measured by the optimal value worst- case derivative. Taylor & Francis. <https://www.tandfonline.com>
- [11] Rackauckas, C. (2020). *Global sensitivity analysis – Primer & methods*. MIT. <https://book.sciml.ai>
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] Robust combination of the Morris and Sobol methods in complex systems. (2019).
- [15] ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com>
- [16] Sensitivity analysis in linear programming: Just be careful! (1996). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com>
- [17] Sobol', I. M. (1993). Sensitivity estimates for non linear mathematical models. *Mathematical*

- [18] Modelling & Computational Experiment, 1, 407–414. <https://en.wikipedia.org>
- [19] 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>
- [20] Ward, J. E., & Wendell, R. E. (1990). Approaches to sensitivity analysis in linear programming.
- [21] *Annals of Operations Research*, 27, 3–38. <https://link.springer.com>
- [22] Xu, G., & Burer, S. (2015). Robust sensitivity analysis of the optimal value of linear programming. arXiv. <https://arxiv.org>
- [23] 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>