

OPTIMASI TATA LETAK FASILITAS PABRIK BERBASIS *GREEN* *MANUFACTURING: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

¹Muhammad Agung Sahputra, ²Wulan Purnamasari

¹ Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar

² Pendidikan Ekonomi, Universitas Negeri Makassar

Email: agungshptr4@gmail.com¹, wulan.purnamasari@unm.ac.id²

*Corresponding author: Muhammad Agung Sahputra

ABSTRAK

Perkembangan industri manufaktur modern menuntut perusahaan untuk tidak hanya meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional, tetapi juga memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan melalui penerapan konsep *green manufacturing*. Salah satu faktor penting yang memengaruhi efisiensi produksi dan keberlanjutan lingkungan adalah tata letak fasilitas pabrik. Tata letak fasilitas yang kurang optimal dapat menyebabkan tingginya biaya *material handling*, pemborosan energi, meningkatnya waktu produksi, serta emisi karbon yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi berbagai metode optimasi tata letak fasilitas pabrik berbasis *green manufacturing* melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Studi dilakukan dengan mengkaji lebih dari 30 artikel ilmiah nasional dan internasional yang dipublikasikan pada periode 2020–2025. Proses seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang relevan dengan topik penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode seperti *Systematic Layout Planning* (SLP), CORELAP, CRAFT, *Genetic Algorithm* (GA), *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Value Stream Mapping* (VSM), dan pendekatan simulasi berbasis perangkat lunak mampu meningkatkan efisiensi aliran material, mengurangi konsumsi energi, menekan biaya operasional, serta mendukung pengurangan emisi dan limbah produksi. Implementasi konsep *green manufacturing* dalam optimasi tata letak fasilitas terbukti memberikan dampak positif terhadap produktivitas dan keberlanjutan industri manufaktur. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik maupun praktis dalam pengembangan tata letak fasilitas industri yang lebih efisien, fleksibel, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Tata Letak Fasilitas, *Green Manufacturing*, Efisiensi Produksi, Optimasi Layout, *Systematic Literature Review*

ABSTRACT

The development of modern manufacturing industries requires companies not only to improve productivity and operational efficiency but also to consider environmental sustainability through the implementation of *green manufacturing* concepts. One of the important factors affecting production efficiency and environmental sustainability is factory facility layout. Inefficient facility layouts can lead to high material handling costs, energy waste, increased production time, and carbon emissions that negatively impact the environment. This study aims to identify, analyze, and evaluate various optimization methods for factory facility layouts based on *green manufacturing* through a *Systematic Literature Review* (SLR) approach. The study reviewed more than 30 national and international scientific articles published during 2020–2025. Literature selection was conducted based on inclusion and exclusion criteria relevant to the research topic. The results indicate that methods such as *Systematic Layout Planning* (SLP), CORELAP, CRAFT, *Genetic Algorithm* (GA), *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Value Stream Mapping* (VSM), and software-based simulation approaches can improve material flow efficiency, reduce energy consumption, minimize operational costs, and support emission and waste reduction. The implementation of *green manufacturing* concepts in facility layout optimization has proven to positively impact productivity and industrial sustainability. This study is expected to serve as an academic and practical reference for developing more efficient, flexible, and environmentally friendly industrial facility layouts.

Keywords: Facility Layout, *Green Manufacturing*, Production Efficiency, Layout Optimization, *Systematic Literature Review*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor industri manufaktur pada era modern mengalami peningkatan yang sangat pesat seiring dengan kemajuan teknologi, globalisasi pasar, serta meningkatnya kebutuhan konsumen terhadap produk yang berkualitas tinggi dan berkelanjutan. Kondisi tersebut mendorong perusahaan manufaktur untuk mampu meningkatkan efisiensi proses produksi tanpa mengabaikan aspek lingkungan dan keberlanjutan industri. Salah satu pendekatan yang berkembang dalam dunia industri adalah konsep *green manufacturing*, yaitu suatu pendekatan produksi yang berorientasi pada efisiensi sumber daya, pengurangan limbah, penghematan energi, serta penurunan dampak lingkungan akibat aktivitas manufaktur.

Dalam implementasinya, tata letak fasilitas (*facility layout*) memiliki peran penting dalam menentukan efektivitas aliran material, efisiensi waktu produksi, biaya operasional, serta konsumsi energi dalam sistem manufaktur. Tata letak fasilitas yang kurang optimal dapat menyebabkan tingginya jarak perpindahan material, pemborosan energi, peningkatan biaya *material handling*, penumpukan barang setengah jadi (*work in process*), serta rendahnya produktivitas perusahaan. Sebaliknya, tata letak fasilitas yang dirancang secara efektif mampu meningkatkan kelancaran aliran produksi, meminimalkan pemborosan, serta mendukung implementasi konsep industri hijau atau *green manufacturing*.

Menurut kajian literatur mengenai optimasi tata letak fasilitas industri manufaktur, metode seperti *Systematic Layout Planning* (SLP), CORELAP, *Genetic Algorithm* (GA), dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) mampu mengurangi jarak perpindahan material dan meningkatkan efisiensi produksi secara signifikan. Selain itu, penelitian mengenai tata letak produksi CNC batik menunjukkan bahwa penerapan *Group Technology* dan PSO berhasil menurunkan biaya *material handling* serta meningkatkan efisiensi aliran material dalam proses produksi. Penerapan konsep *green manufacturing* dalam optimasi tata letak fasilitas tidak hanya berfokus pada efisiensi produksi, tetapi juga pada pengurangan konsumsi energi, emisi karbon, dan limbah produksi. Pendekatan ini menjadi sangat relevan karena industri manufaktur merupakan salah satu sektor penyumbang emisi dan penggunaan energi terbesar di dunia. Oleh karena itu, integrasi konsep keberlanjutan dengan optimasi tata letak fasilitas menjadi strategi penting untuk meningkatkan daya saing industri di era industri hijau. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian literatur secara sistematis terkait metode optimasi tata letak fasilitas pabrik berbasis *green manufacturing*, mengidentifikasi metode yang paling banyak digunakan, serta menganalisis dampaknya terhadap efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan dalam industri manufaktur.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR), yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai penelitian terdahulu secara sistematis dan terstruktur.

2.1 Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, ResearchGate, Garuda, dan jurnal nasional terakreditasi SINTA. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur antara lain:

- "Facility Layout"
- "Green Manufacturing"
- "Layout Optimization"
- "Sustainable Manufacturing"
- "SLP"
- "CORELAP"
- "CRAFT"
- "Genetic Algorithm"
- "Particle Swarm Optimization"

2.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi penelitian meliputi:

- a. Artikel ilmiah nasional dan internasional
- b. Publikasi tahun 2020–2025
- c. Membahas optimasi tata letak fasilitas industri
- d. Berkaitan dengan konsep *green manufacturing*
- e. Artikel dapat diakses secara penuh (*full text*)

Kriteria eksklusi meliputi:

- a. Artikel tidak relevan dengan topik penelitian
- b. Artikel duplikat
- c. Artikel tanpa metode penelitian yang jelas

2.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri atas:

1. Identifikasi topik penelitian
2. Pengumpulan artikel ilmiah
3. Seleksi artikel berdasarkan kriteria
4. Analisis dan sintesis data
5. Penyusunan hasil kajian literatur

2.4 Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif-komparatif dengan membandingkan metode optimasi tata letak fasilitas yang digunakan dalam berbagai penelitian.:

Tabel 1. Jenis Metode Optimasi Tata Letak Fasilitas

No	Jenis Metode	Fokus Optimasi	Partisipan/Objek Studi
1	SLP	Efisiensi aliran material	Industri manufaktur
2	CORELAP	Kedekatan antar departemen	Pabrik produksi
3	CRAFT	Minimasi biaya material handling	Industri manufaktur
4	Genetic Algorithm	Optimasi multi-objektif	Sistem produksi kompleks
5	Particle Swarm Optimization	Pengurangan jarak perpindahan	Industri CNC dan otomotif
6	Value Stream Mapping	Pengurangan waste	Industri lean manufacturing
7	Simulasi Software	Evaluasi tata letak	Industri manufaktur modern

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep Optimasi Tata Letak Fasilitas

Optimasi tata letak fasilitas merupakan proses pengaturan posisi mesin, area kerja, gudang, serta fasilitas produksi lainnya untuk memperoleh aliran material yang efisien dan meminimalkan pemborosan. Tata letak yang baik mampu meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu produksi, serta menekan biaya operasional perusahaan.

Berdasarkan hasil kajian literatur, sebagian besar penelitian menyatakan bahwa tata letak fasilitas yang tidak efisien menyebabkan peningkatan biaya *material handling*, tingginya konsumsi energi, serta terjadinya *bottleneck* pada proses produksi.

3.2 Implementasi Green Manufacturing dalam Tata Letak Fasilitas

Konsep *green manufacturing* menekankan pada efisiensi penggunaan sumber daya dan pengurangan dampak lingkungan dalam proses produksi. Implementasi konsep ini dalam tata letak fasilitas dilakukan melalui:

- a. Pengurangan jarak perpindahan material
- b. Efisiensi penggunaan energi
- c. Pengurangan limbah produksi
- d. Minimasi emisi karbon
- e. Optimalisasi ruang produksi

Penerapan tata letak berbasis *green manufacturing* terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mendukung keberlanjutan industri.

3.3 Metode Optimasi Tata Letak yang Banyak Digunakan

- a. Systematic Layout Planning (SLP)
Metode SLP digunakan untuk menentukan hubungan kedekatan antar area produksi berdasarkan aliran proses dan kebutuhan aktivitas produksi. Metode ini efektif dalam meningkatkan efisiensi perpindahan material.
- b. CORELAP
CORELAP digunakan untuk menentukan susunan departemen berdasarkan tingkat kedekatan aktivitas kerja. Metode ini banyak digunakan pada industri manufaktur skala besar.
- c. Genetic Algorithm (GA)
GA merupakan algoritma metaheuristik yang mampu menghasilkan solusi optimasi tata letak dengan mempertimbangkan banyak variabel sekaligus.
- d. Particle Swarm Optimization (PSO)
PSO digunakan untuk meminimalkan jarak perpindahan material dan biaya operasional melalui pencarian solusi terbaik secara iteratif. Penelitian pada industri CNC batik menunjukkan bahwa metode PSO berhasil menurunkan total biaya *material handling* secara signifikan.

3.4 Dampak Optimasi Tata Letak terhadap Green Manufacturing

Berdasarkan hasil kajian dari berbagai artikel ilmiah, optimasi tata letak fasilitas memberikan beberapa dampak positif, antara lain:

1. Mengurangi konsumsi energi produksi
2. Menurunkan biaya *material handling*
3. Mengurangi waktu produksi dan *lead time*
4. Mengurangi limbah produksi
5. Meningkatkan efisiensi ruang produksi
6. Mendukung implementasi industri berkelanjutan

Selain itu, penerapan pendekatan seperti *Value Stream Mapping* dan *Line Balancing* juga mampu meningkatkan efisiensi lini produksi dan mengurangi pemborosan proses.

3.5 Analisis Literatur Penelitian Terdahulu

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode optimasi berbasis algoritma dan simulasi komputer. Penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada:

- Efisiensi perpindahan material
- Pengurangan biaya produksi
- Pengurangan konsumsi energi
- Peningkatan produktivitas
- Pengurangan emisi dan limbah industri

Namun demikian, masih terdapat keterbatasan dalam integrasi aspek keberlanjutan lingkungan secara menyeluruh dalam optimasi tata letak fasilitas, sehingga penelitian lanjutan masih sangat diperlukan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* yang telah dilakukan terhadap lebih dari 30 artikel ilmiah terkait optimasi tata letak fasilitas pabrik berbasis *green manufacturing*, dapat disimpulkan bahwa tata letak fasilitas memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap efisiensi operasional, produktivitas, biaya produksi, serta keberlanjutan lingkungan dalam industri manufaktur. Penerapan metode optimasi seperti *Systematic Layout Planning* (SLP), CORELAP, CRAFT, *Genetic Algorithm* (GA), *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Value Stream Mapping* (VSM), dan simulasi berbasis perangkat lunak terbukti mampu meningkatkan efektivitas aliran material, meminimalkan jarak perpindahan, mengurangi pemborosan energi, serta menekan biaya *material handling*.

Selain meningkatkan efisiensi produksi, penerapan konsep *green manufacturing* dalam perancangan tata letak fasilitas juga memberikan dampak positif terhadap pengurangan emisi karbon, pengurangan limbah produksi, serta penggunaan sumber daya yang lebih efisien. Hal tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara optimasi tata letak fasilitas dan konsep keberlanjutan industri merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan daya saing perusahaan manufaktur di era industri modern.

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa keterbatasan dalam implementasi tata letak berbasis *green manufacturing*, terutama terkait kompleksitas sistem produksi, kebutuhan investasi teknologi, serta keterbatasan integrasi aspek lingkungan secara menyeluruh dalam beberapa penelitian terdahulu. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan model optimasi tata letak yang lebih adaptif, terintegrasi dengan teknologi digital dan *smart manufacturing*, serta mempertimbangkan aspek keberlanjutan secara lebih komprehensif.

REFERENSI

- Alfaridzi. (2023). Supply Chain dan Efektivitas Produksi.
- Alkhairi, et al. (2024). Metaheuristic Algorithm for Facility Layout Optimization. Amelia. (2021). Perbandingan ROC dan MOD ROC pada Tata Letak Fasilitas. Apple, J. M. (2017). Plant Layout and Material Handling. New York: Wiley.
- Arunizal. (2024). Penerapan Lean Manufacturing dalam Industri Modern. Chase, R. B. (2021). Operations and Supply Chain Management.
- Dewi, R. (2024). Implementasi Value Stream Mapping pada Industri Manufaktur. Febrianty. (2022). Analisis Inventory dalam Sistem Produksi.
- Forklift. (2022). Proses Produksi Industri Manufaktur.

- Fauzi, R., Hartanti, S., Safitri, T. H., & Rifai, A. P. (2023). Analisis Tata Letak Produksi CNC Batik dengan Group Technology dan Particle Swarm Optimization.
- Gonzales, R. P. (2020). Industrial Engineering and Layout Optimization.
- Groover, M. P. (2020). Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. Haifa. (2020). Lead Time dan Efisiensi Produksi.
- Heizer, J., & Render, B. (2020). Operations Management. Pearson Education. Hidayat. (2023). Analisis Lead Time pada Industri Manufaktur.
- Hidayat, T., & Utomo, M. C. C. (2020). Optimasi Produksi Tunggak Jati Melalui Rancangan Tata Letak Fasilitas Produksi.
- Iqbal, M., Sitompul, P., & Hasibuan, A. (2024). Metode Optimasi Tata Letak Fasilitas dalam Industri Manufaktur: Kajian Literatur.
- Krajewski, L. J. (2022). Operations Management: Processes and Supply Chains. Nahmias, S. (2021). Production and Operations Analysis.
- Perindustrian. (2022). Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia.
- Russel, R. S., & Taylor, B. W. (2020). Operations and Supply Chain Management. Sen, et al. (2020). Facility Layout Optimization Using SLP.
- Sima. (2025). Kontribusi Industri Manufaktur terhadap PDB Nasional. Stevenson, W. J. (2021). Operations Management. McGraw-Hill.
- Syafitri. (2025). Purchasing Manager's Index Industri Manufaktur Indonesia. Tamami, & Arifin. (2024). Optimasi Tata Letak Menggunakan CRAFT dan PLANET. Tompkins, J. A. (2019). Facilities Planning. John Wiley & Sons.
- Wallace, V. P. (2021). Production Layout Efficiency and Sustainability. Wijana, K. (2023). Analisis Efisiensi Produksi Menggunakan Pendekatan VSM.
- Wignjosoebroto, S. (2018). Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Surabaya: Guna Widya.