
**PENGARUH INVESTASI MESIN DAN LEAN MANUFACTURING
TERHADAP EFISIENSI PRODUKSI DI PERUSAHAAN
MANUFAKTUR KAYU DENGAN SUMBER DAYA TERBATAS
(STUDI CV. KALINGGA KELING JATI JEPARA)**

Reysandi Alexandria Rifky¹; Intan Widuri Sakti²
Program Studi Magister Manajemen Sekolah Pascasarjana,
Universitas Widyatama, Bandung^{1,2}

Email : reysandi.alexandria@widyatama.ac.id¹; intan.sakti@widyatama.ac.id²

ABSTRAK

Riset ini bertujuan memahami bagaimana investasi mesin dan penerapan lean manufacturing memengaruhi efisiensi produksi di CV Kalingga Keling Jati Jepara, sebuah perusahaan furnitur ekspor yang mengalami penurunan output, meningkatnya lead time, dan pemborosan setelah pandemi. Mempergunakan pendekatan kuantitatif melalui PLS-SEM, data diperoleh dari 30 responden divisi packing, karton box dan produksi. Hasil analisis memperlihatkan investasi mesin memberi pengaruh positif tetapi belum signifikan kepada efisiensi, tercermin dari koefisien 0,172, t-statistic 1,175, dan p-value 0,240. Temuan ini menandakan pengadaan mesin baru belum cukup meningkatkan kinerja produksi. Sebaliknya, lean manufacturing terbukti memberikan dampak yang kuat bersignifikan, dengan koefisien 0,804, t-statistic 4,817, p-value 0,000, serta effect size 2,560, alhasil menjadi faktor yang paling menentukan dalam peningkatan efisiensi. Secara keseluruhan, kedua *variable* mampu menjelaskan 79,7% variasi efisiensi produksi ($R^2 = 0,797$) dengan angka $Q^2 = 0,409$ memperlihatkan prediktivitas model yang baik. Penelitian menyimpulkan bahwa lean manufacturing berperan lebih besar dibanding investasi mesin, dan perusahaan disarankan memprioritaskan praktik lean serta optimalisasi penggunaan mesin. Penelitian berikutnya dapat menambahkan *variable* tata Letak Pabrik, Kompetensi Karyawan, Dan Kualitas Bahan Baku.

Kata Kunci : Investasi Mesin; Lean Manufacturing; Efisiensi Produksi; PLS-SEM

ABSTRACT

This study investigates the influence of machine investment and lean manufacturing on production efficiency at CV Kalingga Keling Jati Jepara, an export-oriented furniture manufacturer facing declining output, longer lead times, and increased waste in the post-pandemic period. Using a quantitative approach with Partial Least Square–Structural Equation Modeling (PLS-SEM), data were collected from 30 respondents in the packing division, box and production division. The results show that machine investment has a positive but insignificant effect on production efficiency, as indicated by a path coefficient of 0.172, a t-statistic of 1.175, and a p-value of 0.240. This suggests that new machine investments have not yet contributed meaningfully to efficiency improvement. In contrast, lean manufacturing demonstrates a strong and significant influence, with a path coefficient of 0.804, a t-statistic of 4.817, a p-value of 0.000, and an effect size of 2.560, making it the dominant factor in enhancing efficiency. Together, both variables explain 79.7% of the variance in production efficiency ($R^2 = 0.797$) with a predictive relevance value of $Q^2 = 0.409$. The study concludes that lean manufacturing plays a substantially greater role than machine investment. It recommends prioritizing lean implementation and optimizing machine utilization, while future research may include variables such as plant layout, employee competence, and raw material quality.

Keywords : Machine Investment; Lean Manufacturing; Production Efficiency; PLS-SEM; Furniture Industry

PENDAHULUAN

Industri furnitur merupakan salah satu sektor strategis Indonesia, khususnya di Jepara yang dikenal sebagai pusat industri ukir dunia. Pandemi COVID-19 menyebabkan gangguan serius pada permintaan ekspor, biaya logistik, dan kapasitas produksi perusahaan, termasuk CV Kalingga Keling Jati Jepara. Perusahaan mengalami penurunan tenaga kerja dari ± 700 menjadi ± 300 orang, penurunan output dari 8 menjadi 4–5 kontainer per bulan, serta peningkatan lead time dari 25 hari menjadi 35–40 hari. Selain itu, ketergantungan pada vendor eksternal untuk pengadaan karton box meningkatkan biaya produksi hingga 20%.

Kondisi ini menuntut strategi peningkatan efisiensi yang komprehensif, terutama melalui investasi mesin dan lean manufacturing. Menyelidiki bagaimana kedua faktor ini memengaruhi output per unit usaha merupakan tujuan utama riset ini. Dari segi teori, riset ini melengkapi kerangka kerja yang sudah ada dalam manajemen operasi yang mengkaji fungsi lean dan modernisasi teknologi di sektor furnitur. Keputusan yang dibuat oleh manajer terkait perencanaan investasi, perbaikan proses, dan pengelolaan limbah kemungkinan besar dipengaruhi oleh temuan riset ini. Implikasi awal mengarah pada pentingnya penguatan praktik lean sebelum melakukan ekspansi investasi mesin.

TINJAUAN PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Investasi mesin dan lean manufacturing merupakan dua pendekatan yang semakin banyak digunakan perusahaan untuk meningkatkan efisiensi di tengah tekanan kompetitif dan keterbatasan sumber daya. Pemahaman yang tepat terkait kedua konsep ini menjadi penting terutama bagi perusahaan seperti CV Kalingga Keling Jati Jepara, yang mengalami penurunan produksi dan meningkatnya lead time setelah pandemi COVID-19.

Investasi Mesin

Investasi mesin pada dasarnya bertujuan memperkuat kapasitas produksi dan mengurangi ketergantungan pada vendor eksternal. Seperti yang dijelaskan Heizer, Render, dan Munson (2017), penggunaan mesin yang lebih modern dapat membuat alur produksi lebih stabil, menurunkan biaya operasional, dan meningkatkan kualitas secara konsisten. Dalam konteks riset ini, perusahaan melakukan investasi mesin untuk pembuatan karton box karena biaya dari vendor sebelumnya mencapai 10–20% dari total biaya produksi. Mesin baru ini diperkirakan penghematan biaya hingga 70% dan menawarkan kontrol kualitas yang lebih baik.

Dari sudut pandang teori Resource-Based View (RBV), mesin modern dapat menjadi aset strategis apabila memberikan angka tambah dan sulit ditiru pesaing. Namun literatur juga mengingatkan bahwa manfaat investasi tidak otomatis muncul jika sumber daya manusia belum siap mengoperasikannya atau jika alur kerja belum disesuaikan. Beberapa penelitian seperti Nguyen et al. (2025) dan Chiscop et al. (2025) memperlihatkan investasi mesin baru akan

efektif hanya jika perusahaan mampu mengintegrasikan teknologi dengan proses dan kompetensi operator. Perihal ini menjadi alasan mengapa perusahaan perlu menyeimbangkan pembelian mesin dengan pembinaan SDM dan penataan proses.

H1: Investasi mesin berdampak positif terhadap efisiensi produksi.

Lean Manufacturing

Lean manufacturing hadir sebagai pendekatan yang berfokus pada pengurangan pemborosan dan peningkatan angka pada setiap langkah proses. Menurut Womack dan Jones (2003), lean membantu perusahaan melihat lebih jernih aktivitas mana yang benar-benar menciptakan angka dan mana yang justru menghambat kelancaran produksi. Pendekatan ini sangat relevan bagi industri furnitur yang sering berhadapan dengan variasi produk, aliran material yang kompleks, serta potensi waktu tunggu yang tinggi.

Penelitian terdahulu memperlihatkan lean terbukti efektif dalam menekan pemborosan di industri yang karakteristiknya mirip dengan CV Kalingga Keling Jati Jepara. Suhardi et al. (2019) melaporkan bahwa penggunaan Value Stream Mapping dapat menurunkan waktu tunggu hingga 40%, sementara Singh dan Ahuja (2015) menemukan peningkatan produktivitas hingga 25% setelah penerapan lean. Dalam konteks perusahaan yang kini beroperasi dengan tenaga kerja lebih sedikit, lean menjadi semakin penting untuk memastikan setiap aktivitas berjalan efisien dan tanpa hambatan yang tidak perlu.

H2: Lean manufacturing berdampak positif terhadap efisiensi produksi.

Pengaruh Simultan Investasi Mesin dan Lean Manufacturing

Kedua pendekatan ini pada dasarnya saling melengkapi. Mesin baru memberikan kapasitas dan kecepatan, sedangkan lean memastikan proses pendukung berjalan teratur alhasil mesin dapat dimanfaatkan secara optimal. Tanpa lean, mesin berisiko tidak digunakan sepenuhnya; sebaliknya, tanpa mesin, lean memiliki ruang terbatas untuk meningkatkan kapasitas. Penelitian Chiscop et al. (2025) juga mendukung pandangan bahwa integrasi teknologi dan lean mampu memberikan hasil efisiensi yang lebih signifikan dibandingkan penerapan salah satu di antaranya.

Dengan melihat kompleksitas permasalahan perusahaan—mulai dari lead time yang meningkat, output yang menurun, hingga penurunan kapasitas pengiriman—kombinasi kedua strategi ini menjadi salah satu pendekatan paling masuk akal untuk mengembalikan efisiensi produksi.

H3: Investasi mesin dan lean manufacturing secara simultan berdampak terhadap efisiensi produksi.

METODE PENELITIAN

Metode adalah suatu cara kerja yang dapat digunakan untuk memperoleh sesuatu. Sedangkan metode penelitian dapat diartikan sebagai tata cara kerja di dalam proses penelitian, baik dalam pencarian data ataupun pengungkapan fenomena yang ada (Zulkarnaen, W., et al., 2020). Riset ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif verifikatif. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi nyata terkait investasi mesin, penerapan lean manufacturing, dan tingkat efisiensi produksi sebagaimana dialami oleh karyawan divisi produksi. Sementara itu, pendekatan verifikatif digunakan untuk menguji apakah investasi mesin dan lean manufacturing memiliki pengaruh terhadap efisiensi produksi melalui pengujian hipotesis. Dengan tujuan tersebut, penelitian ini termasuk penelitian kausal yang bersifat explanatory dan prediktif, karena tidak hanya menjelaskan hubungan sebab-akibat, tetapi juga menilai kemampuan model dalam memprediksi efisiensi produksi.

Objek penelitian adalah aktivitas proses produksi di CV Kalingga Keling Jati Jepara, sedangkan subjek penelitian adalah karyawan divisi produksi yang terlibat langsung dalam penggunaan mesin dan pelaksanaan proses kerja sehari-hari seperti mesin packing dan produksi. Penelitian ini difokuskan pada satu perusahaan dengan pendekatan studi kasus tunggal. Pemilihan pendekatan ini didasarkan pada karakteristik perusahaan yang merupakan produsen furnitur ekspor dan sedang menghadapi keterbatasan sumber daya setelah pandemi. Studi kasus tunggal memungkinkan peneliti memahami hubungan antarvariabel secara lebih mendalam sesuai dengan kondisi operasional yang sebenarnya. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi secara statistik, melainkan untuk memberikan generalisasi analitik berupa pemahaman konseptual yang dapat dijadikan referensi bagi perusahaan manufaktur sejenis.

Populasi penelitian mencakup seluruh karyawan yang bekerja di bagian produksi, finishing, pengemasan, dan pengiriman. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah sampling jenuh, yaitu seluruh anggota populasi yang memenuhi kriteria dijadikan responden penelitian. Kriteria responden meliputi karyawan yang terlibat langsung dalam proses produksi, menggunakan atau terdampak oleh mesin baru, serta memahami alur kerja produksi. Berdasarkan kriteria tersebut, jumlah responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah 30 orang. Untuk meminimalkan potensi non-response bias, pengumpulan data dilakukan secara langsung di lokasi penelitian dan seluruh kuesioner berhasil dikembalikan serta dinyatakan layak untuk dianalisis.

Variabel yang diteliti terdiri atas investasi mesin, lean manufacturing, dan efisiensi produksi. Investasi mesin dipahami sebagai upaya perusahaan dalam menambah atau memperbarui mesin produksi untuk meningkatkan kinerja operasional, yang diukur melalui

aspek keandalan mesin, efisiensi biaya, produktivitas, dan waktu siklus. Lean manufacturing diartikan sebagai penerapan prinsip-prinsip pengurangan pemborosan dan perbaikan proses secara berkelanjutan, yang diukur melalui praktik 5S, kaizen, just in time, value stream mapping, serta pengurangan waste. Efisiensi produksi menggambarkan kemampuan perusahaan menghasilkan output secara optimal dengan sumber daya yang tersedia, yang diukur melalui tingkat output, lead time, tingkat cacat produk, dan ketepatan waktu pengiriman.

Seluruh variabel diukur menggunakan kuesioner dengan skala Likert lima poin, mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Pengukuran dilakukan berdasarkan persepsi responden karena mereka merupakan pelaku langsung dalam proses produksi dan dinilai memahami kondisi operasional perusahaan. Meskipun demikian, penelitian ini menyadari bahwa data berbasis persepsi berpotensi mengandung bias subjektivitas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melengkapi pengukuran dengan data objektif, seperti data waktu proses atau laporan produksi, sebagai bentuk triangulasi.

Data primer diperoleh melalui kuesioner tertutup, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode Partial Least Squares–Structural Equation Modeling (PLS-SEM) dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS. Metode ini dipilih karena penelitian berorientasi pada kemampuan prediksi, jumlah responden relatif terbatas, serta tidak mensyaratkan asumsi distribusi data yang ketat.

Analisis data dilakukan melalui dua tahap, yaitu pengujian model pengukuran dan pengujian model struktural. Model pengukuran diuji untuk memastikan bahwa indikator yang digunakan benar-benar merepresentasikan variabel yang diukur. Pengujian ini dilakukan melalui nilai outer loading, Average Variance Extracted (AVE), serta reliabilitas konstruk yang dilihat dari Cronbach's Alpha dan Composite Reliability. Selain itu, validitas diskriminan diuji untuk memastikan bahwa setiap variabel memiliki perbedaan yang jelas dengan variabel lainnya.

Evaluasi model pengukuran (outer model) dilakukan melalui pengujian validitas konvergen menggunakan nilai outer loading $\geq 0,70$ dan Average Variance Extracted (AVE) $\geq 0,50$. Reliabilitas konstruk dievaluasi menggunakan Cronbach's Alpha dan Composite Reliability dengan nilai minimum 0,70. Validitas diskriminan diuji menggunakan kriteria Fornell–Larcker dan Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT) dengan nilai HTMT $< 0,90$.

Evaluasi model struktural (inner model) dilakukan dengan menilai koefisien jalur, koefisien determinasi (R^2), ukuran efek (f^2), dan relevansi prediktif (Q^2) untuk mengukur kekuatan pengaruh antarvariabel dan kemampuan prediktif model. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan prosedur bootstrapping dengan 5.000 subsample dan pengujian dua arah (two-tailed) pada tingkat signifikansi 5%. Keputusan penerimaan atau penolakan hipotesis didasarkan pada nilai t-statistic ($>1,96$) dan p-value ($<0,05$).

Untuk mengurangi potensi common method bias, penelitian ini menerapkan beberapa langkah pencegahan, antara lain menjaga anonimitas responden, menyusun pertanyaan dengan variasi indikator, serta menegaskan bahwa tidak ada jawaban benar atau salah dalam kuesioner. Hasil pengujian juga menunjukkan tidak adanya satu faktor dominan yang menjelaskan sebagian besar varians data, sehingga common method bias tidak menjadi isu utama dalam penelitian ini.

Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan aspek etika penelitian. Sebelum pengumpulan data dilakukan, peneliti memperoleh izin dari pihak manajemen perusahaan. Responden diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian dan berpartisipasi secara sukarela. Identitas responden dijaga kerahasiaannya, dan seluruh data yang dikumpulkan digunakan semata-mata untuk kepentingan akademik.

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Hasil riset ini diawali dengan analisis karakteristik responden yang terdiri dari 58 karyawan divisi produksi CV Kalingga Keling Jati Jepara, yang mewakili posisi operator, perakitan, finishing, pengemasan, serta pengawasan kualitas. Mayoritas responden punya pengalaman kerja lebih dari lima tahun, alhasil persepsi mereka terkait perubahan efisiensi produksi dianggap cukup representatif. Analisis deskriptif memperlihatkan responden memberikan penilaian bervariasi pada ketiga *variable* penelitian. Pada *variable* investasi mesin, nilai rata-rata indikator memperlihatkan persepsi “cukup tinggi”, terutama pada aspek penurunan biaya dan kesesuaian mesin dengan kebutuhan produksi, meskipun keandalan mesin baru masih dinilai belum optimal karena operator belum sepenuhnya menguasai teknologi tersebut. *Variable* lean manufacturing memperoleh nilai rata-rata yang lebih tinggi dibanding *variable* lainnya, mencerminkan bahwa sebagian besar responden merasakan terdapatnya perbaikan pada pengurangan waste, kelancaran aliran proses, dan standar kerja meskipun implementasi lean belum berjalan sempurna di seluruh lini. Adapun *variable* efisiensi produksi memperlihatkan angka rata-rata yang cukup beragam, mencerminkan kondisi perusahaan yang masih menghadapi tantangan berupa lead time panjang, output yang menurun, dan ketepatan waktu pengiriman yang belum konsisten pascapandemi.

Selanjutnya dilaksanakan analisis memakai PLS-SEM untuk mengevaluasi hubungan antarvariabel. Pada evaluasi outer model, seluruh indikator dinyatakan valid dan reliabel karena terpenuhi kriteria *loading factor* $> 0,7$, *composite reliability* $> 0,7$, dan *AVE* $> 0,5$. Perihal ini memperlihatkan instrumen penelitian punya kualitas pengukuran yang baik dan dapat digunakan guna analisis lebih lanjut. Dalam evaluasi inner model, nilai koefisien determinasi (R^2) untuk *variable* efisiensi produksi sejumlah 0,797, yang berarti bahwa investasi mesin dan lean manufacturing secara bersama-sama mampu menjelaskan 79,7% variasi efisiensi produksi. Nilai

ini berada berkategori kuat, alhasil model dinyatakan punya kemampuan prediktif yang tinggi. Selain itu, nilai *predictive relevance* (Q^2) sejumlah 0,409 menandakan model tidak sekadar menjelaskan data dengan baik, namun juga relevan untuk memprediksi *variable* endogen.

Hasil pengujian hipotesis memperlihatkan *variable* investasi mesin punya koefisien jalur sejumlah 0,172 dengan angka t-statistic 1,175 dan p-value 0,240, alhasil dinyatakan tidak signifikan pada tingkat $\alpha = 0,05$. Temuan ini berarti bahwa meskipun investasi mesin memberikan pengaruh positif, kontribusinya belum cukup kuat untuk meningkatkan efisiensi produksi. Kondisi ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor, seperti keterbatasan operator terampil, proses adaptasi terhadap mesin baru yang masih berlangsung, serta alur produksi yang belum sepenuhnya mendukung pemanfaatan mesin secara maksimal. Dengan demikian, hasil ini konsisten dengan berbagai penelitian yang menyebutkan bahwa investasi teknologi tidak akan memberikan dampak signifikan apabila tidak diikuti dengan peningkatan kompetensi, penyesuaian proses kerja, dan integrasi lintas fungsi yang optimal.

Sebaliknya, lean manufacturing memberikan pengaruh yang sangat signifikan kepada efisiensi produksi dengan koefisien jalur 0,804, angka t-statistic 4,817, dan p-value 0,000. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa praktik lean—seperti pengurangan pemborosan, standarisasi alur kerja, dan penerapan perbaikan berkelanjutan—punya peran dominan dalam mengembalikan efisiensi perusahaan setelah terjadinya penurunan tenaga kerja dan peningkatan kompleksitas proses. Lean manufacturing membantu menekan waktu tunggu, meminimalkan idle time, memperbaiki koordinasi antarbagian, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia. Perihal ini menjelaskan mengapa lean memberikan kontribusi yang jauh lebih besar dibanding investasi mesin.

Secara lebih luas, hasil riset ini menegaskan bahwa peningkatan efisiensi produksi tidak sekadar bergantung pada modernisasi peralatan, namun juga pada perbaikan proses dan budaya kerja. Lean manufacturing terbukti menjadi *variable* yang paling mampu memperbaiki masalah utama perusahaan, seperti lead time yang panjang, pengiriman yang terlambat, serta aktivitas non-value added yang sebelumnya cukup dominan dalam alur produksi. Hasil ini sekaligus menjadi jawaban atas pertanyaan penelitian bahwa lean manufacturing punya peran yang sangat penting bersignifikan dalam meningkatkan efisiensi, sedangkan investasi mesin memberikan kontribusi positif namun belum signifikan secara operasional. Dengan demikian, prioritas strategis perusahaan dalam jangka pendek perlu difokuskan pada optimalisasi implementasi lean, sementara investasi mesin dapat memberikan manfaat lebih besar apabila dikombinasikan dengan perbaikan sistem kerja dan peningkatan kompetensi operator.

KESIMPULAN

Hasil riset ini menyimpulkan bahwa lean manufacturing merupakan faktor yang paling berdampak secara signifikan kepada efisiensi produksi pada CV Kalingga Keling Jati Jepara, sementara investasi mesin memperlihatkan pengaruh positif namun tidak signifikan. Lean manufacturing terbukti mampu meningkatkan kelancaran aliran proses, menurunkan pemborosan, serta memperbaiki konsistensi kualitas, alhasil menjadi strategi utama dalam pemulihan efisiensi pascapandemi. Sebaliknya, investasi mesin belum memberikan dampak nyata terhadap efisiensi karena pemanfaatannya belum optimal, baik dari segi keterampilan operator maupun integrasi mesin dalam alur produksi. Secara simultan, kedua *variable* mampu menjelaskan sebagian besar variasi efisiensi produksi, alhasil keduanya tetap relevan dalam pengembangan strategi operasional jangka panjang perusahaan. Implikasi praktis dari riset ini menegaskan pentingnya perusahaan memprioritaskan penguatan penerapan lean melalui standarisasi kerja, pelatihan rutin, peningkatan kedisiplinan proses, dan pengurangan aktivitas non-value added. Selain itu, perusahaan dianjurkan untuk mengoptimalkan mesin yang telah dibeli melalui peningkatan kompetensi operator, perawatan terjadwal, serta penyesuaian layout agar alur kerja lebih efisien.

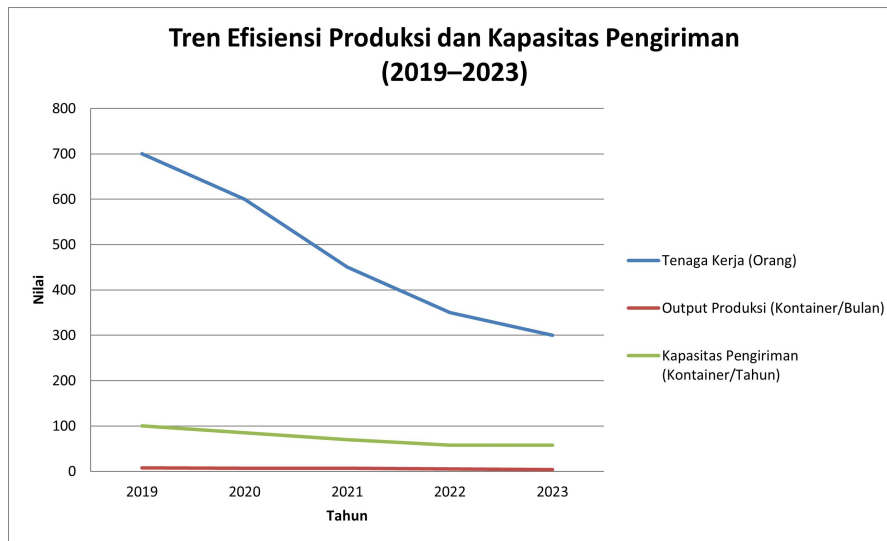
Sebagian keterbatasan perlu dipertimbangkan saat mengevaluasi riset ini. Salah satu keterbatasannya adalah riset ini hanya mengamati satu produsen, alhasil temuannya tidak berlaku untuk seluruh pasar furnitur. Selain itu, faktor-faktor tambahan yang mungkin memengaruhi efisiensi produksi meliputi kompetensi personel, tata letak pabrik, kualitas bahan baku, beban kerja, dan lean manufacturing, yang merupakan satu-satunya *variable* yang dipertimbangkan dalam riset ini. Ketiga, data yang digunakan sepenuhnya berdasarkan persepsi responden alhasil kemungkinan bias persepsi dapat terjadi. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan lebih banyak perusahaan sejenis agar hasil penelitian lebih komprehensif, menambahkan *variable* lain yang relevan untuk memperluas model efisiensi produksi, serta memakai metode pengumpulan data yang lebih beragam seperti observasi langsung dan analisis waktu kerja agar hasil pengukuran lebih objektif. Dengan pengembangan tersebut, diharapkan penelitian di masa depan mampu menampilkan rincian yang lebih menyeluruh terkait faktor-faktor memengaruhi efisiensi produksi dalam industri furnitur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236.
- Apriani, A. Y., Purba, H. H., Rimawan, E., & Juniawan, S. (2024). Peningkatan kapasitas produksi dengan metode lean manufacturing pada industri furnitur. *INTECH Journal*, 4(1), 26–36.

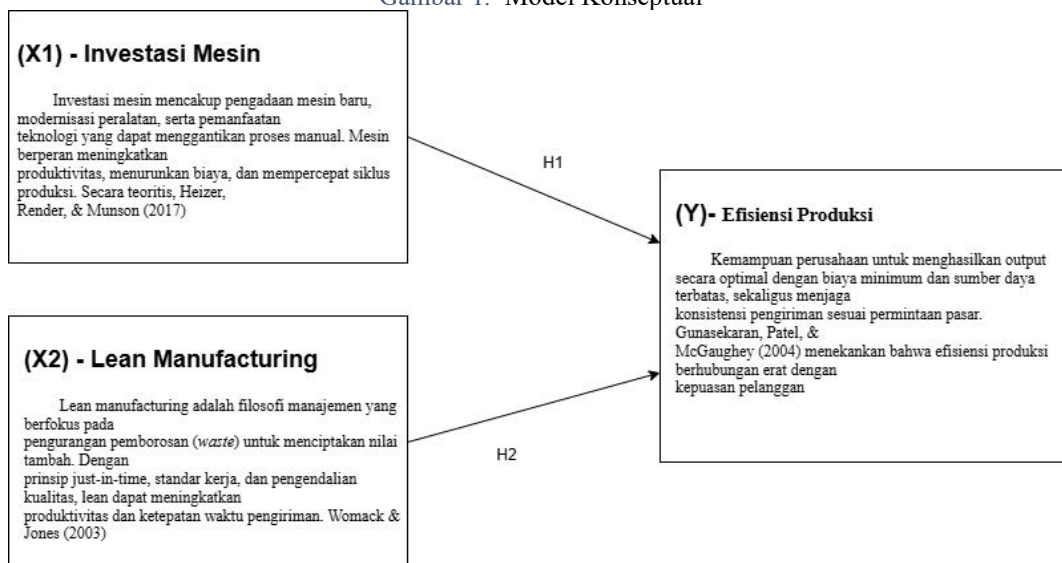
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Bell, S. C., & Orzen, M. A. (2011). *Lean IT: Enabling and sustaining your Lean transformation*. Productivity Press.
- Bhamu, J., & Singh, K. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940.
- Bhasin, S. (2012). Prominent obstacles to lean. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 403–425.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56–72.
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The lean toolbox* (4th ed.). PICSIE Books.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-benefit analysis: Concepts and practice* (5th ed.). Cambridge University Press.
- BPS. (2020). *Statistik perdagangan luar negeri Indonesia*. Badan Pusat Statistik.
- Delbridge, R. (2005). Workers under lean manufacturing. *Work, Employment and Society*, 19(1), 67–81.
- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Muro, J. C. S. D., & Blanco-Fernández, J. (2019). Impact of technology investment on manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Systems*, 52, 1–12.
- Drucker, P. F. (1999). *Management challenges for the 21st century*. HarperBusiness.
- Emiliani, M. L. (2006). Origins of lean management in America. *Journal of Management History*, 12(2), 167–184.
- Evi Febianti, Y., Muharni, Y., Ramdhani, D., & Anggraeni, S. K. (2022). Boosting productivity through lean manufacturing efficiency. *Jurnal Industri Sistem dan Sistem Informasi*, 7(2), 89–101.
- Ferdiansa, M., Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2024). Implementasi Lean Six Sigma dalam meningkatkan efisiensi proses produksi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 55–64.
- Ford, H. (1926). *Today and tomorrow*. Doubleday.
- Fullerton, R. R., & Wempe, W. F. (2009). Lean manufacturing, non-financial and financial performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(3), 214–240.
- Garza-Reyes, J. A. (2015). Lean and green – A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 102, 18–29.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma quality with Lean speed*. McGraw-Hill.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333–347.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system*. Productivity Press.
- Rahardjo, B., Wang, F.-K., Yeh, R.-H., & Chen, Y.-P. (2023). Lean manufacturing in Industry 4.0. *Machines*, 11(1), 72.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see*. Lean Enterprise Institute.
- Setianingtyas, A. G. (2022). Desain peningkatan efisiensi dengan lean manufacturing. *Industrial Engineering Online Journal*, 11(4), 123–134.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805.
- Zulkarnaen, W., Fitriani, I., & Yuningsih, N. (2020). Pengembangan Supply Chain Management Dalam Pengelolaan Distribusi Logistik Pemilu Yang Lebih Tepat Jenis, Tepat Jumlah Dan Tepat Waktu Berbasis Human Resources Competency Development Di KPU Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(2), 222–243. <https://doi.org/10.31955/mea.vol4.iss2.pp222-243>.

GAMBAR, GRAFIK DAN TABEL



Grafik 1. Tren Efisiensi PT. Kalingga Keling Jati Jepara
Sumber: Olah data Penulis (2025)

Gambar 1. Model Konseptual



Sumber: Hasil Olahan Penulis (2025)

Tabel 1. Operasionalisasi *Variable* Penelitian

Variabel	Dimensi	Indikator	Skala
X1: Investasi Mesin	Penggunaan mesin baru untuk meningkatkan efisiensi (Heizer et al., 2017). 1. Keandalan Mesin 2. Efisiensi Biaya 3. Produktivitas 4. Waktu Siklus	- Mesin beroperasi dengan stabil tanpa gangguan besar - Penggunaan mesin baru menghemat biaya operasional - Mesin meningkatkan volume produksi - Mesin mempercepat penyelesaian pekerjaan	Likert 1–5
X2: Lean Manufacturing	Filosofi pengurangan waste dan peningkatan produktivitas (Ohno, 1988; Womack & Jones, 2003). 1. 5S	- Area kerja tertata dan bersih - Perbaikan berkelanjutan dilaksanakan rutin - Material datang tepat waktu	Likert 1–5

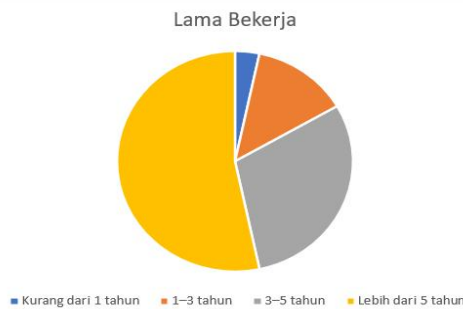
	2. Kaizen 3. Just In Time 4. Value Stream Mapping 5. Waste Reduction	- Alur proses kerja digambarkan dan dikaji - Pemborosan waktu dan bahan berkurang	
Y: Efisiensi Produksi	Kemampuan menekan biaya, mempercepat produksi. (Gunasekaran et al., 2004). 1. Output Rate 2. Lead Time 3. Defect Rate 4. On-Time Delivery	- Hasil produksi meningkat - Waktu penyelesaian produksi lebih cepat - Jumlah produk cacat menurun - Pengiriman produk tepat waktu	Likert 1–5

Sumber: Hasil Olahan Penulis (2025)

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Bekerja

Lama Bekerja	Frekuensi (orang)	Persentase (%)
Kurang dari 1 tahun	1	3,33%
1–3 tahun	3	10%
3–5 tahun	9	30%
Lebih dari 5 tahun	17	56,67%
Total	30	100%

Sumber: Olah data Penulis (2025)



Digram 2. diagram responden berdasarkan lama bekerja
 Sumber: Hasil Olahan Penulis (2025)

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Divisi Kerja

Divisi Kerja	Frekuensi (orang)	Persentase (%)
Produksi	6	20%
Finishing	3	10%
Pengepakan/Pengiriman	17	56,67%
Lain-lain	4	13,33%
Total	30	100%

Sumber: Olah data Penulis (2025)



Digram 3. diagram responden berdasarkan divisi bekerja
 Sumber: Hasil Olahan Penulis (2025)

Tabel 4. Perhitungan skala likert

Skala	Keterangan	Bobot
SS	Sangat Sejuju	5
S	Setuju	4
N	Netral	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Sumber: Olah data Penulis (2025)

Tabel 5. Kategori mean

Rentang Mean	Kategori
4,20 – 5,00	Sangat Baik
3,40 – 4,19	Baik
2,60 – 3,39	Cukup
1,80 – 2,59	Kurang
1,00 – 1,79	Sangat Kurang

Sumber: Olah data Penulis (2025)

Tabel 6. Tanggapan Responden Terhadap Investasi Mesin (X1)

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS	Skor Aktual	Mean	Kategori
1	Mesin baru membantu mempercepat pekerjaan di bagian saya (X1-1)	10	4	16	0	0	114	3.80	Baik
2	Mesin baru membuat jumlah hasil produksi meningkat (X1-2)	6	6	18	0	0	108	3.60	Baik
3	Hasil produksi dari mesin baru rapi dan jarang rusak (X1-3)	2	7	21	0	0	101	3.37	Cukup
4	Mesin baru jarang mengalami gangguan atau macet saat digunakan (X1-4)	2	3	21	4	0	93	3.10	Cukup
5	Dengan terdapatnya mesin baru, perusahaan bisa menghemat biaya kerja (X1-5)	2	1	26	1	0	94	3.13	Cukup
6	Mesin baru membantu mengurangi pemakaian bahan dan waktu kerja (X1-6)	1	3	20	6	6	89	2.97	Cukup
7	Mesin selalu dirawat secara rutin agar tetap berfungsi baik (X1-7)	5	8	17	0	0	108	3.60	Baik
8	Saya dan rekan kerja tahu cara	2	3	18	7	0	90	3.00	Cukup

	mempergunakan mesin dengan benar (X1-8)								
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Sumber: Olah data Penulis (2025)

Tabel 7. Tanggapan Responden Lean Manufacturing (X2)

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS	Skor Aktual	Mean	Kategori
1	Ditempat kerja saya jarang ada waktu terbuang sia-sia (seperti menunggu atau mengulang kerja) (X2-1)	1	1	27	1	0	2.93	3.73	Cukup
2	Produksi di lakukan sesuai kebutuhan, tidak berlebihan (X2-2)	3	6	21	0	0	102	3.40	Baik
3	Tempat kerja tertata rapi, bersih, dan mudah mencari alat kerja (X2-3)	2	3	25	0	0	99	3.30	Cukup
4	Aturan kerja dan langkah kerja jelas dan mudah diikuti (X2-4)	2	3	25	0	0	99	3.30	Cukup
5	Saya bisa memberi saran untuk memperbaiki cara kerja bagian saya (X2-5)	1	4	25	0	0	92	3.07	Cukup
6	Pimpinan sering mengajak kami membahas cara kerja agar lebih cepat dan rapi (X2-6)	5	8	17	0	0	113	3.77	Baik

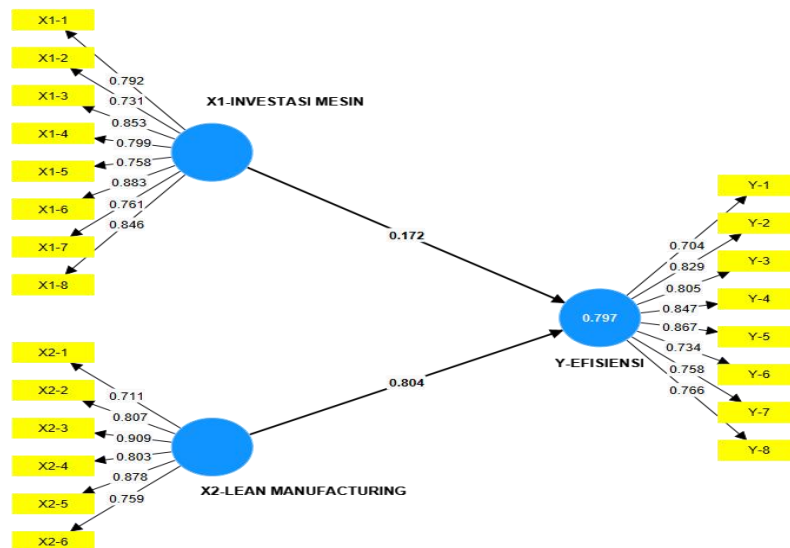
Sumber: Olah data Penulis (2025)

Tabel 8. Tanggapan Responden terhadap Efisiensi (Y)

No	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS	Skor Aktual	Mean	Kategori
1	Saya dan rekan kerja mampu menyelesaikan target kerja setiap hari (Y-1)	3	3	24	0	0	96	3.20	Cukup
2	Jumlah pekerja dibagian saya sudah cukup untuk menyelesaikan pekerjaan tepat waktu (Y-2)	2	3	24	1	0	93	3.10	Cukup
3	Pekerjaan biasanya selesai sesuai	1	6	23	0	0	92	3.07	Cukup

	jadwal yang ditentukan (Y-3)								
4	Pekerjaan jarang tertunda karena menunggu bahan atau alat (Y-4)	1	12	17	0	0	97	3.23	Cukup
5	Perusahaan sudah mempergunakan bahan dengan hemat dan tidak boros (Y-5)	1	2	27	0	0	92	3.07	Cukup
6	Mesin baru membantu pekerjaan menjadi lebih cepat (Y-6)	5	9	16	0	0	104	3.47	Baik
7	Hasil kerja kami jarang ada yang rusak atau harus di perbaiki (Y-7)	3	9	18	0	0	102	3.40	Baik
8	Saya dan rekan kerja tahu cara mempergunakan mesin dengan benar (Y-8)	4	5	21	0	0	99	3.30	Cukup

Sumber: Olah data Penulis (2025)



Gambar 2. Koefisien Standarisasi Permodelan Struktural

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 9. Outer Loadings – Model Pengukuran

Indikator	X1–Investasi Mesin	X2–Lean Manufacturing	Y–Efisiensi
X1–1	0.792	–	–
X1–2	0.731	–	–
X1–3	0.853	–	–
X1–4	0.799	–	–
X1–5	0.758	–	–
X1–6	0.883	–	–
X1–7	0.761	–	–

X1-8	0.846	-	-
X2-1	-	0.711	-
X2-2	-	0.807	-
X2-3	-	0.909	-
X2-4	-	0.803	-
X2-5	-	0.878	-
X2-6	-	0.759	-
Y-1	-	-	0.704
Y-2	-	-	0.829
Y-3	-	-	0.805
Y-4	-	-	0.847
Y-5	-	-	0.867
Y-6	-	-	0.734
Y-7	-	-	0.758
Y-8	-	-	0.766

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 10. Hasil Outer Loading (Convergent Validity)

Indikator	Loading	Keterangan
X1-1	0.792	Valid
X1-2	0.731	Valid
X1-3	0.853	Valid
X1-4	0.799	Valid
X1-5	0.758	Valid
X1-6	0.883	Valid
X1-7	0.761	Valid
X1-8	0.846	Valid
X2-1	0.711	Valid
X2-2	0.807	Valid
X2-3	0.909	Valid
X2-4	0.803	Valid
X2-5	0.878	Valid
X2-6	0.759	Valid
Y-1	0.704	Valid
Y-2	0.829	Valid
Y-3	0.805	Valid
Y-4	0.847	Valid
Y-5	0.867	Valid
Y-6	0.734	Valid
Y-7	0.758	Valid
Y-8	0.766	Valid

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 11. Hasil Average Variance Extracted (AVE)

Variabel	AVE	Kriteria	Kesimpulan
X1 – Investasi Mesin	0.647	AVE ≥ 0.50	Valid

X2 – Lean Manufacturing	0.663	AVE \geq 0.50	Valid
Y – Efisiensi Produksi	0.625	AVE \geq 0.50	Valid

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 12. Cronbach's Alpha & Composite Reliability)

Variabel	Cronbach's Alpha	Composite Reliability (CR)	Kriteria	Kesimpulan
X1 – Investasi Mesin	0.922	0.936	\geq 0.70	Reliabel
X2 – Lean Manufacturing	0.897	0.921	\geq 0.70	Reliabel
Y – Efisiensi Produksi	0.913	0.930	\geq 0.70	Reliabel

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 13. Tabel HTMT

Konstruk	X1–Investasi Mesin	X2–Lean Manufacturing	Y–Efisiensi
X1–Investasi Mesin	—	0.477	0.577
X2–Lean Manufacturing	0.477	—	0.947
Y–Efisiensi	0.577	0.947	—

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 14. Tabel Fornell–Larcker

Konstruk	X1–Investasi Mesin	X2–Lean Manufacturing	Y–Efisiensi
X1–Investasi Mesin	0.804	0.477	0.577
X2–Lean Manufacturing	0.477	0.817	0.947
Y–Efisiensi	0.577	0.947	0.791

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 15. Tabel Cross Loading

Indikator	X1 – Investasi Mesin	X2 – Lean Manufacturing	Y – Efisiensi
X1-1	0.792	0.180	0.039
X1-2	0.731	-0.089	-0.147
X1-3	0.853	0.319	0.249
X1-4	0.799	0.197	0.214
X1-5	0.758	0.336	0.258
X1-6	0.883	0.368	0.198
X1-7	0.761	0.268	0.075
X1-8	0.846	0.523	0.463
X2-1	0.348	0.711	0.843
X2-2	0.305	0.807	0.462
X2-3	0.436	0.909	0.752
X2-4	0.083	0.803	0.677
X2-5	0.563	0.878	0.828
X2-6	0.434	0.759	0.316
Y-1	0.364	0.553	0.704
Y-2	0.344	0.775	0.829
Y-3	0.301	0.817	0.805
Y-4	0.080	0.404	0.847
Y-5	0.278	0.884	0.867
Y-6	0.559	0.099	0.734
Y-7	0.127	0.093	0.758
Y-8	0.439	0.072	0.766

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 16. Hasil r-Square

Variable Endogen	R-Square	R-Square Adjusted	Kategori Baru	Kesimpulan
Efisiensi (Y)	0.797	0.781	Kuat	Model sangat baik

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 17. Hasil Nilai f²

Variabel	f ²	Kriteria	Kesimpulan
X1 → Y	0.117	Kecil <0.02	Tidak berdampak
X2 → Y	2.560	Sangat Besar (>0.35)	Sangat kuat

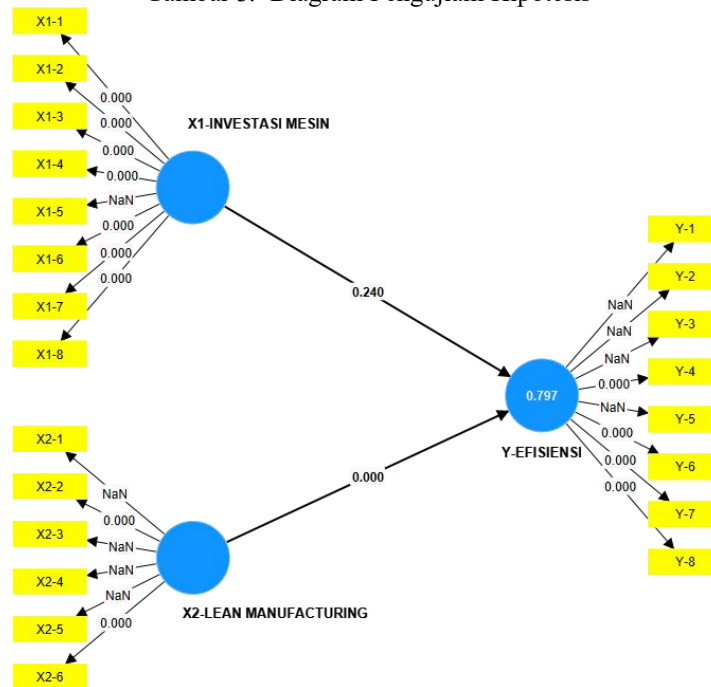
Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 18. Nilai Hasil Construct Cross-Validated Redundancy (Q²)

Variabel	SSO	SSE	Q ² = (1 - SSE/SSO)
X1 – Investasi Mesin	232.000	232.000	0.000
X2 – Lean Manufacturing	174.000	174.000	0.000
Y – Efisiensi	232.000	137.184	0.409

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Gambar 3. Diagram Pengujian Hipotesis



Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)

Tabel 19. Hasil Uji Path Coefficient – Bootstrapping (Uji Hipotesis)

Hubungan Antar Variabel	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Std. Dev (STDEV)	T-Statistics	p-Value	Kesimpulan
X1 → Y (Efisiensi)	0.172	0.217	0.2146	1.175	0.240	Tidak Signifikan — Hipotesis Ditolak
X2 → Y (Efisiensi)	0.804	0.752	0.167	4.817	0.000	Signifikan — Hipotesis Diterima

Sumber: Olah data PLS Penulis (2025)