

ANALISIS DAN OPTIMASI ALUR KERJA FABRIKASI SHEET METAL MENGGUNAKAN FLEXSIM

Yudi Maulana¹, Agus suhendi²,

^{1,2}Program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang,
Tangerang Selatan, Banten

¹dosen01302@unpam.ac.id

²agussuhendi24@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan alur kerja dalam proses produksi fabrikasi sheet metal dengan menggunakan perangkat lunak simulasi FlexSim. Fokus penelitian ini adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang fabrikasi sheet metal, dimulai dari tahap kedatangan material mentah, pemrosesan, hingga produk jadi. Dengan memanfaatkan FlexSim, penelitian ini berupaya meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi waktu siklus secara signifikan. Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi FlexSim untuk pemodelan dan simulasi alur kerja, serta perangkat analisis statistik guna mengevaluasi hasil simulasi. Data yang dianalisis mencakup waktu proses di setiap stasiun kerja, waktu tunggu antar tahapan, kapasitas produksi, dan tingkat pemanfaatan sumber daya. Melalui pemodelan dan simulasi, penelitian ini berhasil mengidentifikasi bottleneck serta inefisiensi yang terjadi dalam alur produksi. Berdasarkan hasil simulasi, optimasi yang dilakukan menunjukkan peningkatan efisiensi produksi hingga 25% dan pengurangan waktu siklus produksi sebesar 15%. Strategi optimasi melibatkan perbaikan tata letak fasilitas, penyesuaian jumlah tenaga kerja, serta penjadwalan ulang produksi untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan aliran kerja. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan FlexSim sebagai alat simulasi dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam terhadap proses fabrikasi sheet metal serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data guna meningkatkan kinerja sistem produksi secara keseluruhan.

Kata kunci: Fabrikasi Sheet Metal, FlexSim, Simulasi, Alur Kerja, Optimasi, Efisiensi Produksi

ABSTRACT

This study aims to analyze and optimize the workflow in the sheet metal fabrication production process using FlexSim simulation software. The research focuses on a manufacturing company engaged in sheet metal fabrication, covering the entire process from raw material arrival to finished products. By utilizing FlexSim, this study seeks to significantly improve production efficiency and reduce cycle time. The tools used in this research include FlexSim for workflow modeling and simulation, as well as statistical analysis software to evaluate the simulation results. The data analyzed includes process time at each workstation, waiting time between stages, production capacity, and resource utilization. Through modeling and simulation, this study successfully identifies bottlenecks and inefficiencies within the production workflow. Based on the simulation results, the implemented optimization strategies lead to a 25% increase in production efficiency and a 15% reduction in cycle time. The optimization strategies involve improving facility layout, adjusting workforce allocation, and rescheduling production to minimize waiting time and enhance workflow. Thus, this study demonstrates that using FlexSim as a simulation tool provides deeper insights into the sheet metal fabrication process and supports data-driven decision-making to improve overall production system performance.

Keywords: Sheet Metal Fabrication, FlexSim, Simulation, Work Flow, Optimization, Production Efficiency

I. PENDAHULUAN

Persaingan yang semakin ketat di pasar global menuntut perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi mereka. Efisiensi operasional menjadi kunci untuk mempertahankan daya saing, sementara optimasi proses produksi merupakan langkah krusial dalam mencapai tujuan ini. Teknologi simulasi telah menjadi alat yang penting dalam memperbaiki proses-proses tersebut, memungkinkan perusahaan untuk menguji dan mengembangkan berbagai strategi tanpa mengganggu operasi sehari-hari (Beraldin, Danese, and Romano 2022)

Salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas proses produksi adalah dengan melakukan simulasi proses produksi. Simulasi ini dapat menyediakan informasi yang meniru sistem atau proses yang terjadi di dunia nyata. Model simulasi menggambarkan hubungan sebab dan akibat (cause and effect relationship) dalam sebuah sistem pada model komputer yang mampu mencerminkan perilaku nyata (Khan, Yu, and Shah 2022). Pendekatan simulasi dipilih karena memudahkan pemodelan dalam sistem produksi yang diusulkan. Simulasi juga membantu dalam proses pengambilan keputusan dengan mengadaptasi perilaku sistem nyata. Simulasi dari proses produksi mengikuti diagram alir dari produk serta struktur produk. Struktur produk adalah informasi mengenai hubungan antar komponen dalam suatu proses perakitan. Diagram alir terdiri dari informasi aliran dan informasi aktivitas. Aturan dalam membuat diagram alir cukup sederhana, yaitu digambarkan dari atas ke bawah atau dari kiri ke kanan.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak FlexSim. FlexSim adalah aplikasi perangkat lunak simulasi berbasis PC yang digunakan untuk memodelkan, mensimulasikan, dan memvisualisasikan proses bisnis. FlexSim dapat membantu menentukan kapasitas pabrik, menyeimbangkan lini manufaktur, mengidentifikasi penyebab penundaan, memecahkan masalah inventori, menguji praktik penjadwalan baru, dan mengoptimalkan laju produksi. Setiap model FlexSim dapat divisualisasikan dalam animasi realitas virtual 3D. Selain itu, FlexSim memungkinkan pemodelan dengan kemampuan pemrograman model dan submodel secara langsung dalam bahasa pemrograman C++.

Pada sektor manufaktur, khususnya dalam fabrikasi sheet metal, tantangan utama adalah meningkatkan throughput dan meminimalkan waktu siklus produksi tanpa mengorbankan kualitas. Proses seperti laser cutting dan bending adalah bagian integral dari proses fabrikasi sheet metal, di mana optimasi dan simulasi dapat memberikan pemahaman mendalam tentang cara memaksimalkan penggunaan sumber daya dan mengidentifikasi bottleneck yang mungkin terjadi (MUFLIHAN n.d.).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap alur kerja dalam fabrikasi sheet metal menggunakan teknik simulasi dengan menggunakan perangkat lunak FlexSim. Dengan memodelkan proses-proses utama seperti laser cutting, bending, dan proses lainnya, diharapkan dapat diidentifikasi area-area yang dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Leon 2022).

Studi ini juga akan mengeksplorasi bagaimana FlexSim dapat diterapkan

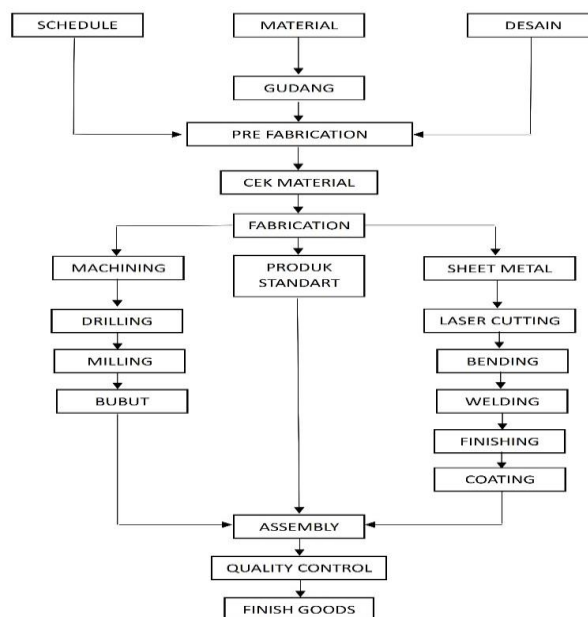
untuk memprediksi kinerja sistem, menguji berbagai skenario operasional, dan memberikan rekomendasi yang dapat diimplementasikan secara langsung untuk meningkatkan proses produksi secara keseluruhan. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memperbaiki praktik-praktik industri dalam fabrikasi sheet metal (Matikka 2018)

II. METODE PENELITIAN

Pembahasan ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan pendekatan simulasi. Peneliti membangun model simulasi alur kerja fabrikasi sheet metal di FlexSim menggunakan data alur kerja aktual. Simulasi dijalankan untuk mengidentifikasi inefficiencies dan bottleneck dalam alur kerja. Hasil analisis simulasi digunakan untuk mengoptimalkan alur kerja dan meningkatkan kinerja. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mempelajari alur kerja yang kompleks tanpa perlu melakukan eksperimen di dunia nyata dan menguji berbagai skenario

desain alur kerja (Nusraningrum, Isa, and Mulia n.d.).

Tahap pembangunan model simulasi terdiri dari empat langkah utama, yaitu pengumpulan data, pengolahan data, pembangunan model, dan analisis hasil simulasi. Data dikumpulkan dari tahap bahan baku, proses produksi, hingga produk akhir, termasuk bahan seperti Carbon steel dan Stainles steel. Elemen data ditentukan berdasarkan konsep dan struktur model serta jenis hasil dan statistik yang akan dikumpulkan. Data yang dikumpulkan meliputi diagram alur proses fabrikasi sheet metal, yang mencakup penjadwalan material, prefabrikasi, pengecekan material, fabrikasi (machining, bending, welding, finishing), perakitan, kontrol kualitas, hingga produk akhir siap dikirim. Langkah-langkah ini digambarkan dalam flowchart, memberikan gambaran visual tentang alur kerja fabrikasi sheet metal, membantu memahami proses, dan mengidentifikasi area yang dapat dioptimalkan.



Gambar 1 Flowchart ALur Proses

Data lainnya yang dikumpulkan mencakup kebutuhan jumlah bahan, jumlah mesin dan operator, data waktu produksi tiap komponen, deskripsi kegiatan produksi dan perakitan, serta jumlah material handling. Setelah semua data terkumpul, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data dilakukan untuk membangun model simulasi sistem saat ini melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah distribusi data pengamatan yang bertujuan untuk mengetahui pola distribusi data guna menghindari terjadinya bottleneck pada lini produksi. Data yang diuji adalah data waktu proses produksi. Pengujian distribusi dilakukan dengan membangkitkan sejumlah bilangan acak dari waktu proses produksi yang diperoleh dari routing sheet untuk setiap komponen. Pengujian distribusi bertujuan untuk menentukan apakah data mengikuti distribusi normal atau tidak.

Pengujian distribusi dilakukan menggunakan menu Expert Fit pada software FlexSim. Pengujian distribusi ini dilakukan pada data waktu produksi dari setiap proses pada mesin produksi. Hasil pengujian akan memberikan informasi mengenai jenis distribusi yang digunakan sebagai input waktu produksi tiap mesin saat simulasi. Dalam statistik, distribusi adalah hal penting karena mempengaruhi metodologi statistik (STATISTIK 2013). Distribusi merupakan pola atau model penyebaran yang menggambarkan kondisi sekelompok data. Pada tahap ini, pembangunan model dilakukan untuk merepresentasikan keadaan nyata yang terjadi selama proses produksi dan perakitan dengan menggunakan software FlexSim.

Hasil dari proses simulasi untuk sistem saat ini akan dianalisis. Analisis dilakukan terhadap output yang ditunjukkan oleh software FlexSim, dengan tujuan mengidentifikasi masalah atau hambatan yang menyebabkan tidak tercapainya target output. Berdasarkan analisis hasil simulasi

sistem saat ini, model simulasi usulan akan dibangun untuk perbaikan dan optimasi alur kerja fabrikasi sheet metal.

A. Fabrikasi Sheet Metal

Sheet Metal, atau lembaran logam, adalah logam yang dibentuk melalui proses industri menjadi potongan-potongan datar dan tipis. Logam lembaran merupakan salah satu bentuk dasar material logam yang sering digunakan dalam berbagai pekerjaan logam, karena dapat dipotong dan dibengkokkan untuk dibentuk menjadi berbagai bentuk. Ketebalan logam lembaran bervariasi, mulai dari yang sangat tipis yang dianggap sebagai foil atau daun, hingga yang lebih tebal dari 6 mm (0,25 in) yang dianggap sebagai pelat. Logam lembaran tersedia dalam bentuk potongan datar atau gulungan. Gulungan ini dibentuk dengan menjalankan logam lembaran secara kontinu melalui mesin roll slitter.

Berbagai proses fabrikasi lembaran logam kompatibel dengan banyak bahan logam. Ini termasuk baja tahan karat, aluminium, tembaga, kuningan, seng, dan baja. Ketebalan lembaran logam ini berkisar antara 0,006 hingga 0,25 inci. Alat pengukur yang lebih tipis menawarkan peningkatan kelenturan, sedangkan alat pengukur yang lebih tebal cocok untuk aplikasi tugas berat.

Selain itu, pembuatan lembaran logam dilakukan dengan bantuan aplikasi desain berbantuan komputer. Ini memberikan representasi grafis 3D dari produk akhir produksi. File 3D biasanya diubah menjadi kode mesin (kode G) yang mengontrol pengoperasian. Dengan demikian, mesin dapat melakukan pemotongan, penyambungan, dan pembentukan produk akhir secara presisi dari lembaran logam yang berbeda.

FlexSim

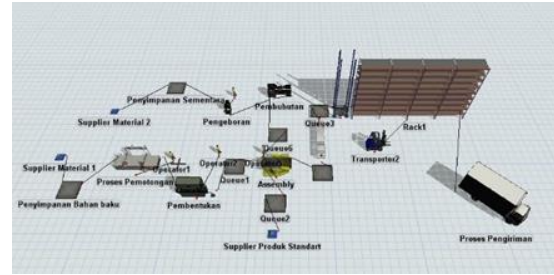
FlexSim adalah perangkat lunak simulasi berbasis 3D yang digunakan untuk memodelkan, menganalisis, dan mengoptimalkan proses bisnis dalam berbagai industri. Dikembangkan oleh FlexSim Software Products, Inc., FlexSim menyediakan visualisasi realistis dan analisis statistik mendalam yang membantu pengguna meningkatkan efisiensi dan mengidentifikasi bottleneck. Dengan antarmuka yang intuitif dan fitur-fitur seperti skenario what- if dan integrasi sistem, FlexSim memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data yang lebih efektif, mengarah pada peningkatan throughput dan produktivitas secara keseluruhan(He 2018)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Model

Sistem manufaktur adalah tulang punggung dari setiap operasi produksi, memastikan bahwa bahan mentah diubah menjadi produk jadi dengan efisiensi dan efektivitas. Pada gambar di bawah ini, kita akan membahas secara rinci model alur proses yang digunakan dalam industri manufaktur lembaran logam. Model ini dibuat menggunakan perangkat lunak FlexSim, yang menyediakan visualisasi lengkap dan simulasi proses produksi dari awal hingga akhir. Melalui pemodelan ini, kita dapat memahami setiap tahapan proses, mengidentifikasi bottleneck, dan meningkatkan efisiensi operasional.

Pada bagian awal, bahan baku diambil dari tempat penyimpanan dan diproses melalui serangkaian tahap 2 jalur produksi, termasuk pemotongan, pengeboran, pembubutan, dan perakitan, sebelum akhirnya dikirimkan kepada konsumen. Setiap tahapan ini melibatkan penggunaan berbagai alat dan operator untuk memastikan produk akhir berkualitas tinggi dan sesuai dengan spesifikasi(Reyes 2020).



Gambar 2. Layout Tata Letak

B. Analisis Model

Analisis hasil simulasi dari model yang telah dijalankan menggunakan menu dashboard. Flexsim memiliki fitur berupa tampilan dashboard sebagai informasi dari sistem, staff, serta metrik-metrik operasi lainnya saat simulasi sedang berjalan(Zaelani, Husain, and Budiyantra 2020). Berikut merupakan beberapa informasi proses simulasi dari dashboard.

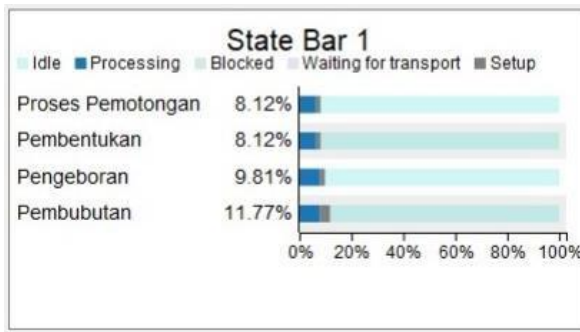
Gambar 2. Layout Tata Letak

Throughput Per Hour 4	
Object	Throughput
Proses Pemotongan	0.95
Pembentukan	0.95
Pengeboran	0.95
Pembubutan	0.95

Gambar 3 Throughput procesor perjam

ata yang disajikan menunjukkan bahwa setiap proses produksi menghasilkan sebanyak 0.95 output per jam. Proses assembly juga mengalami situasi serupa, dimana terdapat penundaan antara proses produksi setiap part sebelum dilakukan proses assembly untuk menghasilkan produk akhir. Informasi ini terdokumentasi dalam dashboard assembly yang tersedia.

Informasi lain yang dapat diperoleh adalah tingkat produktivitas mesin, termasuk persentase waktu mesin mengalami idle dan parameter lainnya, yang tersedia dalam tampilan dashboard state bar.



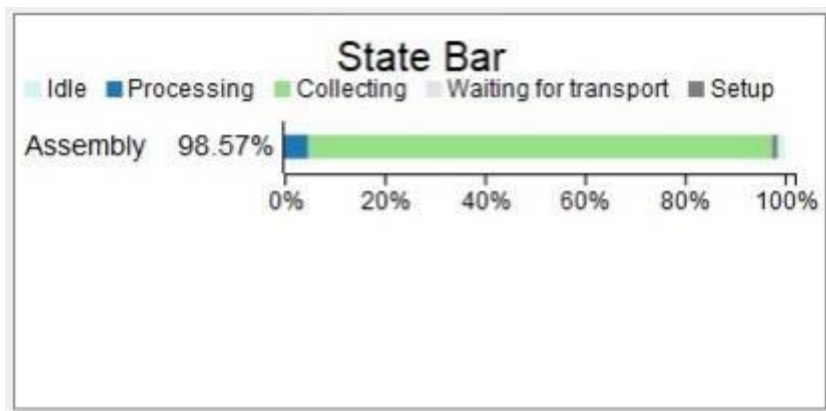
Gambar 4 Tampilan Hasil Dashboard State Bar Processor

Informasi dari tampilan dashboard menunjukkan bahwa rata-rata mesin yang disimulasikan memiliki tingkat produktivitas yang berbeda. Hal ini disebabkan karena adanya proses saling menunggu proses lainnya yang belum selesai padahal part sudah selesai dan hanya menunggu proses selanjutnya. Pada proses assembly, terlihat bahwa mesin ini berada dalam kondisi Processing sebesar 98.57%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar waktu digunakan untuk memproses part. Sisanya mungkin digunakan untuk setup atau menunggu part dari proses

sebelumnya. Pada proses pemotongan, pembentukan, pengeboran, dan pembuatan, mesin sering berada dalam kondisi tidak bekerja atau menunggu (Idle), dengan persentase idle masing-masing sebesar 8.12%, 8.12%, 9.81%, dan 11.77%.

Informasi lainnya yang berkaitan dengan mesin produksi adalah mesin assembly. Part yang telah selesai diproduksi pada tahap sebelumnya maka akan dilakukan proses assembly.

Informasi tentang assembly juga dapat dilihat pada menu dashboard. Data ini penting untuk mengidentifikasi bagian dari proses produksi yang membutuhkan peningkatan efisiensi. Dengan memahami di mana letak idle time yang tinggi, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan throughput keseluruhan, seperti mengatur ulang jadwal produksi atau menambah sumber daya pada tahapan yang menjadi bottleneck. Berikut merupakan tampilan dashboard state bar untuk proses assembly dan beberapa proses produksi lainnya.



Gambar 5 Tampilan Hasil Dashboard State Bar Assembly

Informasi yang didapat dari state bar di atas yaitu bahwa tingkat processing pada mesin assembly sangat tinggi, mencapai 98.57%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin assembly sebagian besar waktunya digunakan untuk memproses part. Namun, meskipun tingkat processing tinggi, ada indikasi bahwa efisiensi keseluruhan masih bisa ditingkatkan. Tingginya tingkat processing dapat mengindikasikan bahwa part sudah tersedia dan siap untuk dirakit, tetapi jika proses lain mengalami penundaan, maka assembly bisa terhambat.

C. isualisasi Work in Progres (WIP)

Dalam industri manufaktur, optimalisasi alur kerja adalah kunci untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Fabrikasi sheet metal adalah salah satu area yang kompleks dan memerlukan

Untuk mengidentifikasi bottleneck, memahami aliran material, dan mengevaluasi efisiensi proses. Hasil dari analisis WIP menggunakan FlexSim menyoroti beberapa area kunci yang perlu diperhatikan dalam alur kerja fabrikasi sheet metal. Gambar tersebut menunjukkan bahwa tahap pembentukan dan pengeboran memiliki WIP yang relatif rendah, menandakan potensi untuk meningkatkan efisiensi di tahap-tahap ini dengan meminimalkan waktu tunggu dan

mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Hal ini mengindikasikan perlunya perbaikan kapasitas atau kecepatan proses di tahap-tahap sebelumnya untuk mengurangi bottleneck dan meningkatkan aliran produksi secara keseluruhan. Dengan fokus pada pengelolaan WIP yang lebih efektif dan peningkatan kapasitas penyimpanan yang strategis, perusahaan dapat memperbaiki produktivitas dan waktu siklus produksi secara signifikan.

manajemen yang cermat terhadap Work In Progress (WIP) untuk menghindari bottleneck dan meningkatkan aliran produksi. Gambar-gambar berikut ini menampilkan visualisasi Work In Progress (WIP) pada berbagai tahap dalam alur kerja fabrikasi sheet metal. Visualisasi ini memberikan gambaran yang jelas tentang jumlah item yang sedang diproses atau disimpan pada setiap tahap produksi. Analisis WIP ini penting

WIP	
Object	WIP
Penyimpanan Bahan baku temporary warehousing	0.00
Temporary Warehousing 2	2.00
Penyimpanan Sementara	0.00
Penyimpanan Produk Machining	13.00
Penyimpanan Produk metal	6.00
Penyimpanan Produk Standart	0.00

Gambar 6 : Work In Progress

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyoroti pentingnya penggunaan FlexSim dalam analisis dan optimasi alur kerja fabrikasi sheet metal. Dalam industri manufaktur, terutama pada proses fabrikasi lembaran logam, efisiensi operasional menjadi kunci untuk meningkatkan daya saing. FlexSim memberikan kemampuan untuk memodelkan dan mensimulasikan seluruh proses produksi secara detail, mulai dari kedatangan bahan mentah hingga produk jadi. Melalui pengumpulan data yang mencakup waktu proses, waktu tunggu, kapasitas produksi, dan pemanfaatan sumber daya, FlexSim dapat mengidentifikasi bottleneck dan area-area inefisiensi dalam alur kerja.

Hasil analisis dari simulasi menunjukkan bahwa pengoptimalan berdasarkan model FlexSim dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 25% dan mengurangi waktu siklus produksi sebesar 15%. Hal ini tidak hanya

berdampak positif pada produktivitas, tetapi juga mengurangi biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk akhir. Fleksibilitas FlexSim dalam memodelkan skenario operasional yang berbeda memungkinkan perusahaan untuk menguji strategi baru tanpa risiko gangguan pada operasi sehari-hari.

Selain itu, kemampuan visualisasi realistis dari FlexSim membantu para pengambil keputusan

Penelitian ini menyoroti pentingnya penggunaan FlexSim dalam analisis dan optimasi alur kerja fabrikasi sheet metal. Dengan menggunakan FlexSim, model simulasi dapat memberikan gambaran mendetail tentang proses produksi, dari bahan mentah hingga produk jadi, memungkinkan identifikasi bottleneck

Berdasarkan hasil analisis visualisasi data dari simulasi menggunakan FlexSim, dapat disimpulkan bahwa throughput prosesor dan assembly per jam menunjukkan performa produksi dalam menghasilkan output pada setiap tahapan. Jumlah output yang dihasilkan per jam menjadi indikator utama dalam mengevaluasi kapasitas produksi. Dashboard state bar memberikan wawasan lebih lanjut mengenai kondisi operasional prosesor dan assembly. Prosesor menunjukkan variasi dalam tingkat produktivitas dan waktu idle, yang dapat menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan efektivitas kerja. Sementara itu, mesin assembly memiliki tingkat pemrosesan yang sangat tinggi, mencapai 98.57%, yang menunjukkan penggunaan mesin yang optimal namun masih memiliki ruang untuk perbaikan guna meningkatkan efisiensi keseluruhan. Selain itu, analisis

memahami secara lebih baik tantangan-tantangan yang dihadapi dalam proses fabrikasi sheet metal. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi industri dalam meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing, serta menegaskan bahwa penggunaan teknologi simulasi seperti FlexSim adalah langkah yang tepat untuk mencapai tujuan tersebut.

dan area inefisiensi. Gambar 3 hingga Gambar 7 memberikan informasi penting mengenai throughput proses, tingkat produktivitas mesin, dan status WIP, yang semuanya berkontribusi terhadap pemahaman menyeluruh mengenai efisiensi dan efektivitas operasional dalam fabrikasi sheet metal

Work in Progress (WIP) memberikan visualisasi terhadap tingkat pekerjaan yang sedang berlangsung di berbagai tahap produksi. Data ini penting dalam mengidentifikasi bottleneck, memahami aliran material, serta mengevaluasi efisiensi proses fabrikasi sheet metal secara keseluruhan. Dengan memahami distribusi WIP, strategi perbaikan dapat diterapkan untuk mengoptimalkan aliran produksi, mengurangi waktu tunggu, serta meningkatkan keseimbangan beban kerja antar stasiun. Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa pemanfaatan FlexSim dalam pemodelan dan analisis produksi fabrikasi sheet metal memberikan wawasan mendalam yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu siklus produksi, dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

Beraldin, A R, P Danese, And P Romano. 2022. "Employee Involvement For Continuous Improvement And Production Repetitiveness: A

Contingency Perspective For Achieving Organisational Outcomes." *Production Planning & Control*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2020.1823024>.

- El Khatib, A., Al Miaari, A., Assoum, H., Salem, A., & Hammoud, A. (2025). A Review On Flow Regimes And Aeroacoustic Coupling In Subsonic Flow Around Flat Plates. *Arabian Journal For Science And Engineering*, 1-25.
- Febrianti, M., Azahra, D. A., Edward, A., Alamsyah, R. F., & Arkan, S. M. (2024). Analisa Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode ARC (Activity Relationship Chart) Dan TCR (Total Closeness Rating) Pada Chitalasa Coffee And Tea. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(11), 4068-4078.
- He, H. 2018. "Analysis Of Fast Food Service Capability Based On Flexsim Modeling And Simulation." *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering* 394(5). https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85052312396.
- Khan, S A R, Z Yu, And A Shah. 2022. *Leagile Supply Chain Strategy In Asian Automotive Production*. Torrossa.Com. <https://www.torrossa.com/it/resources/an/5370022>.
- Leon, J F. 2022. "A Tutorial On Combining Flexsim With Python For Developing Discrete-Event Simheuristics." *Proceedings - Winter Simulation Conference 2022*: 1386-1400. https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85147440707.
- Matikka, J. 2018. *DFMA Aspects Of The Sheet Metal Parts In A Power Electronic System Cabinet*. Lutpub.Lut.Fi. <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/158448>.
- MUFLIHAN, N U R. "MODEL GROUP DECISION MAKING DAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PROSES PRODUKSI KAPAL KCR-60 METER DI" *Repository.Its.Ac.Id*. <https://repository.its.ac.id/72556/1/2512201007-Undergraduate-Thesis.Pdf>.
- Nusraningrum, D, S M Isa, And D Mulia. "Industrial 4.0 Of Service And Manufacturing In Java-Indonesia: Level Of Implementation." *Jurnal Operations Excellence* https://www.researchgate.net/profile/Dewi-Nusraningrum/publication/356186391_Industrial_40_Of_Service_And_Manufacturing_In_Java-Indonesia_Level_Of_Implementation_Industri_40_Pada_Sektor_Jasa_Dan_Manufaktur_Di_Jawa-Indonesia_Tingkat_Implementasi/links/618f.
- Reyes, J. 2020. "A Study On Modeling And Simulation Of Automobile Painting Process Based On Flexsim." *Advances In Intelligent Systems And Computing* 1078: 260-73. https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85076221876.
- STATISTIK, B P. 2013. "Laporan Akhir Hasil Analisa Survei Kepuasan Konsumen (Skk) Badan Pusat Statistik Tahun 2013." https://ppid.bps.go.id/upload/doc/hasil_survei_kepuasan_konsumen_2013_1658131348.pdf.
- Zaelani, A U, T Husain, And A Budiyantara. 2020. "Analisis Simulasi Sistem Penunjang Keputusan: Model Matematis Dengan Pendekatan Goodness-Of Fit Berbasis Structural Equation Model." *Smartics Journal*. <https://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jst/article/view/4157>.