



JURNAL TEKNIK INDUSTRI SISPROTEK UNIVAL

Vol. 04, No. 1, Bulan Tahun | xx-xx

ISSN: 2961-905X

Homepage: <https://ejurnal.unival-cilegon.ac.id/index.php/sisprotek>

OPTIMASI TATA LETAK LANTAI PRODUKSI DAN PENJADWALAN MENGUNAKAN SIMULASI PROMODEL DI PT XYZ

Ayuningtyas Woro Hapsari

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al-Khairiyah

Email: ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ABSTRACT

Production layout planning is an important aspect in manufacturing systems because it affects the efficiency of material flow and production performance. Inefficient layout design can cause long material transfer distances, increased work in process (WIP), and production delays. This research aims to optimize the production floor layout and improve the production scheduling system at PT XYZ. The research method used is Systematic Layout Planning (SLP) combined with simulation using ProModel software. Data collection was carried out through field observations, production process identification, machine layout measurement, and production time analysis. The existing scheduling method uses First Come First Serve (FCFS), which causes delays in order completion. Therefore, a scheduling improvement is proposed using the Earliest Due Date (EDD) and Shortest Processing Time (SPT) methods. Simulation results show that the proposed scheduling algorithm combined with shift working hours significantly reduces production delays. The number of delayed orders decreased from 24 delays to zero delays. The results indicate that the proposed method can improve production efficiency and optimize manufacturing system performance..

Abstrak (font size 10pt)

Perancangan tata letak lantai produksi merupakan aspek penting dalam sistem manufaktur karena mempengaruhi efisiensi aliran material dan kinerja produksi. Tata letak yang tidak optimal dapat menyebabkan jarak perpindahan material yang jauh, peningkatan work in process (WIP), serta keterlambatan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan tata letak lantai produksi serta memperbaiki sistem penjadwalan produksi pada PT XYZ. Metode yang digunakan adalah Systematic Layout Planning (SLP) yang dikombinasikan dengan simulasi menggunakan software ProModel. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, identifikasi proses produksi, pengukuran tata letak mesin, serta analisis waktu produksi. Metode penjadwalan yang digunakan perusahaan saat ini adalah First Come First Serve (FCFS) yang menyebabkan keterlambatan penyelesaian pesanan. Oleh karena itu diusulkan metode penjadwalan menggunakan Earliest Due Date (EDD) dan Shortest Processing Time (SPT). Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma penjadwalan usulan yang dikombinasikan dengan sistem kerja shift mampu mengurangi keterlambatan produksi secara signifikan. Jumlah keterlambatan order yang sebelumnya mencapai 24 order berhasil dikurangi menjadi 0 order. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat meningkatkan efisiensi sistem produksi.

Kata kunci: Layout Produksi, Penjadwalan Produksi, Simulasi Sistem, ProModel, Systematic Layout Planning

PENDAHULUAN

Tata letak fasilitas produksi merupakan salah satu aspek penting dalam meningkatkan efisiensi sistem manufaktur. Pengaturan posisi mesin, peralatan, dan fasilitas pendukung yang tepat dapat memperlancar aliran material, mengurangi jarak perpindahan, serta meningkatkan produktivitas sistem produksi secara keseluruhan (Tompkins et al., 2021). Sebaliknya, tata letak fasilitas yang tidak optimal dapat menyebabkan meningkatnya waktu transportasi material, terjadinya

backtracking, serta penumpukan *work in process* (WIP) pada beberapa stasiun kerja sehingga menurunkan efisiensi operasional perusahaan ((Heragu, 2022), (Badharinath et al., 2024)).

Selain perancangan tata letak fasilitas, sistem penjadwalan produksi juga memiliki peran penting dalam mengatur urutan pekerjaan pada setiap mesin produksi. Penjadwalan yang efektif dapat meningkatkan utilisasi mesin, meminimalkan waktu

tunggu, serta mengurangi keterlambatan penyelesaian pesanan pelanggan (Pinedo, 2022). Pada sistem produksi bertipe *flow shop*, penjadwalan menjadi lebih kompleks karena setiap pekerjaan harus melewati urutan proses yang sama pada beberapa mesin produksi (Koulamas & Kyparisis, 2022). Oleh karena itu, metode penjadwalan seperti *Earliest Due Date* (EDD) dan *Shortest Processing Time* (SPT) banyak digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem produksi (Gupta et al., 2022).

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, pendekatan optimasi dan simulasi sistem produksi telah digunakan untuk menganalisis serta meningkatkan efisiensi proses produksi. Simulasi berbasis *discrete-event* memungkinkan perusahaan untuk mengevaluasi berbagai alternatif perbaikan sistem produksi tanpa mengganggu sistem yang sedang berjalan (Banks, 2010). Pendekatan simulasi juga mampu membantu mengidentifikasi *bottleneck*, meningkatkan efisiensi aliran produksi, serta mendukung pengambilan keputusan dalam perancangan sistem produksi yang lebih optimal (Frazzon et al., 2016); (Dolgui et al., 2021)).

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi karton box dengan bahan baku utama *paper roll*. Berdasarkan hasil observasi awal pada lantai produksi, ditemukan beberapa permasalahan yang mempengaruhi efisiensi sistem produksi, antara lain jarak antar mesin yang relatif jauh sehingga menyebabkan proses perpindahan material menjadi kurang efisien serta meningkatkan potensi terjadinya *backtracking*. Selain itu, sistem penjadwalan

LANDASAN TEORI

Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi merupakan proses pengalokasian pekerjaan pada sumber daya produksi serta penentuan urutan pekerjaan pada mesin atau stasiun kerja tertentu dalam periode waktu tertentu. Penjadwalan bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja sistem produksi dengan meminimalkan waktu penyelesaian pekerjaan (*makespan*), mengurangi keterlambatan pesanan, serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya (Ruiz & Maroto, 2005). Dalam sistem manufaktur modern, penjadwalan produksi menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi proses produksi dan memenuhi permintaan pelanggan secara tepat waktu.

Beberapa metode penjadwalan yang umum digunakan dalam sistem produksi antara lain *First Come First Serve* (FCFS), *Shortest Processing Time* (SPT), *Earliest Due Date* (EDD), dan *Longest Processing Time* (LPT). Metode FCFS memproses pekerjaan berdasarkan urutan kedatangan pesanan tanpa mempertimbangkan waktu proses maupun batas waktu penyelesaian

produksi yang diterapkan perusahaan masih menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) yang hanya mempertimbangkan urutan kedatangan pesanan tanpa memperhatikan waktu jatuh tempo (*due date*). Kondisi ini menyebabkan terjadinya keterlambatan penyelesaian pesanan dan menurunkan kinerja sistem produksi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta mengusulkan perbaikan sistem penjadwalan produksi menggunakan metode EDD dan SPT yang dikombinasikan dengan simulasi sistem menggunakan perangkat lunak ProModel. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi sistem produksi serta meminimalkan keterlambatan penyelesaian pesanan pada PT XYZ.

Planning (SLP) serta melakukan evaluasi menggunakan simulasi sistem dengan software ProModel. Selain itu, penelitian ini juga mengusulkan metode penjadwalan produksi menggunakan kombinasi *Earliest Due Date* (EDD) dan *Shortest Processing Time* (SPT) untuk meningkatkan efisiensi proses produksi.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengurangi jumlah *work in process* (WIP) dalam proses produksi.
2. Merancang tata letak lantai produksi yang lebih efisien.
3. Mengevaluasi efektivitas metode penjadwalan produksi yang diusulkan.

pekerjaan. Metode SPT memprioritaskan pekerjaan dengan waktu proses paling singkat sehingga mampu meminimalkan rata-rata waktu penyelesaian pekerjaan. Metode EDD memprioritaskan pekerjaan berdasarkan tanggal jatuh tempo paling awal untuk meminimalkan keterlambatan penyelesaian pesanan. Sementara itu, metode LPT memproses pekerjaan dengan waktu proses paling lama terlebih dahulu untuk menyeimbangkan beban kerja dalam sistem produksi (Baker & Trietsch, 2019); (Ruiz & Maroto, 2005).

Penelitian mengenai penjadwalan produksi juga menunjukkan bahwa optimasi penjadwalan pada sistem *flow shop* mampu meningkatkan efisiensi produksi serta mengurangi waktu tunggu dalam sistem manufaktur (Şen, 2013)

Tata Letak Fasilitas Produksi

Tata letak fasilitas produksi merupakan pengaturan posisi mesin, peralatan, serta fasilitas pendukung dalam suatu sistem produksi untuk

mendukung kelancaran aliran proses produksi. Tata letak yang dirancang dengan baik mampu meningkatkan efisiensi penggunaan ruang produksi serta memperlancar aliran material antar proses produksi (Drira et al., 2007).

Dalam sistem manufaktur, tata letak fasilitas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi operasional karena berkaitan dengan jarak perpindahan material, waktu transportasi, serta biaya *material handling*. Tata letak yang tidak optimal dapat menyebabkan aliran produksi menjadi tidak efisien dan meningkatkan waktu tunggu dalam sistem produksi (Anjos & Vieira, 2017).

Berbagai pendekatan telah digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas, termasuk metode optimasi matematis dan pendekatan heuristik yang bertujuan untuk meminimalkan jarak perpindahan material serta meningkatkan efisiensi aliran produksi dalam sistem manufaktur (Singh & Sharma, 2006).

Simulasi Sistem Produksi

Simulasi sistem merupakan teknik pemodelan yang digunakan untuk merepresentasikan sistem nyata ke dalam model komputer sehingga dapat dianalisis dan dievaluasi tanpa harus mengganggu sistem produksi yang sebenarnya. Simulasi sering digunakan dalam analisis sistem manufaktur untuk mengevaluasi kinerja sistem produksi serta menguji berbagai alternatif perbaikan sistem produksi (Law, 2015).

Dalam konteks sistem manufaktur, simulasi *discrete-event* banyak digunakan untuk menganalisis aliran produksi, mengidentifikasi *bottleneck*, serta meningkatkan efisiensi sistem produksi. Penggunaan simulasi memungkinkan peneliti untuk menguji berbagai skenario perbaikan sistem produksi secara lebih fleksibel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Denah *Layout* Produksi PT XYZ

Berikut adalah data dari layout awal PT. XYZ yang merepresentasikan lantai produksi di PT. XYZ.



Gambar 1. Denah *existing* PT. XYZ

sebelum diterapkan pada sistem nyata (Negahban & Smith, 2014).

Pendekatan simulasi juga dapat digunakan untuk mengevaluasi berbagai strategi penjadwalan produksi serta konfigurasi tata letak fasilitas sehingga perusahaan dapat menentukan alternatif sistem produksi yang paling efisien (Jahangirian et al., 2010).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada departemen produksi PT XYZ dengan menggunakan pendekatan simulasi sistem. Tahapan penelitian meliputi:

1. **Pengumpulan Data**
Data diperoleh melalui observasi langsung di lantai produksi, wawancara dengan operator, serta studi literatur.
2. **Identifikasi Proses Produksi**
Proses produksi dianalisis untuk mengetahui urutan operasi serta hubungan antar mesin.
3. **Analisis Sistem Eksisting**
Sistem penjadwalan yang digunakan perusahaan dianalisis menggunakan metode FCFS.
4. **Perancangan Sistem Usulan**
Sistem penjadwalan usulan menggunakan metode EDD dan SPT.
5. **Simulasi Sistem**
Model simulasi dibuat menggunakan software ProModel untuk mengevaluasi performa sistem produksi.
6. **Evaluasi Hasil Simulasi**
Hasil simulasi dibandingkan antara sistem eksisting dan sistem usulan untuk mengetahui peningkatan efisiensi.

Data Permesinan

Berikut ini merupakan data semua mesin yang dipakai di lantai produksi PT. XYZ

Tabel 1. Data Mesin

Mesin	Jumlah
<i>Corrugator</i>	3
<i>Flexo 2 warna</i>	3
<i>Flexo 3 warna</i>	3
<i>Folding/Stitching</i>	3
<i>Rotary Die Cut</i>	2
<i>Ponz Slotter</i>	3
Finishing	4

Hasil Analisis

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat **24 keterlambatan order selama periode pengamatan.**

Sistem Penjadwalan Usulan

Penelitian ini mengusulkan metode penjadwalan menggunakan kombinasi:

- *EDD (Earliest Due Date)*
- *SPT (Shortest Processing Time)*

Metode EDD digunakan untuk menentukan prioritas pesanan berdasarkan due date, sedangkan SPT digunakan sebagai aturan tambahan ketika terdapat pesanan dengan due date yang sama.

Hasil Simulasi

Data waktu *set-up* semua mesin

Berikut ini merupakan data setting semua mesin yang ada di lantai produksi.

Tabel 2. Data Waktu Set Up Mesin

Mesin	Set-Up
<i>Corrugator</i>	15 menit
Flexo 3 warna	75 menit
Flexo 2 warna	60 menit
<i>Slitter</i>	10 menit
<i>Slotter</i>	25 menit
<i>Stitching</i>	5 menit
Tali	5 Menit

Data Waktu Standar Proses Produksi Setiap Mesin

Berikut ini merupakan data waktu proses produksi yang sudah terstandarisasi untuk setiap mesin.

Tabel 3. Data Waktu Proses setiap Mesin

No	Mesin	Waktu Standar	Waktu Proses	Total Waktu Proses
1	<i>Corrugating</i>	1.3032 detik/unit	2056.45 detik	2956.45 detik
2	<i>Flexo</i>	1.7857 detik/unit	2789.26 detik	Flexo 2 warna = 6389.26 detik Flexo 3 warna = 7289.26 detik
3	<i>Stitching</i>	9.60 detik/unit	14690.56 detik	14990.56 detik
5	Pengemasan	22.70 detik/kemas	1361.97 detik	1661.97 detik

Data Proses Produksi

Data proses produksi menggambarkan tahapan aktivitas dalam pembuatan karton box di PT XYZ, mulai dari bahan baku hingga produk jadi. Data diperoleh

Simulasi dilakukan menggunakan software ProModel untuk mengevaluasi kinerja sistem produksi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa:

- Metode FCFS menghasilkan **24 keterlambatan order**
- Metode EDD dengan sistem kerja shift menghasilkan **0 keterlambatan order**

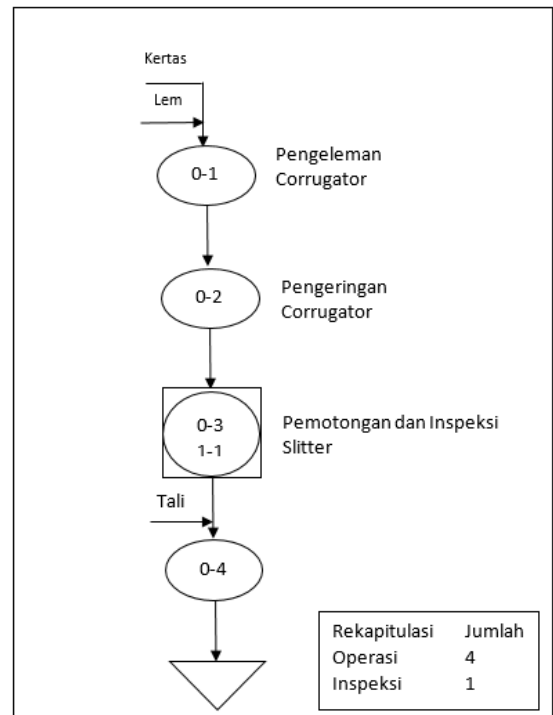
Hal ini menunjukkan bahwa metode penjadwalan usulan mampu meningkatkan efisiensi sistem produksi secara signifikan.

- makna temuan,
- implikasi teoritis dan praktis,
- serta posisi temuan terhadap riset sebelumnya (*state of the art*).

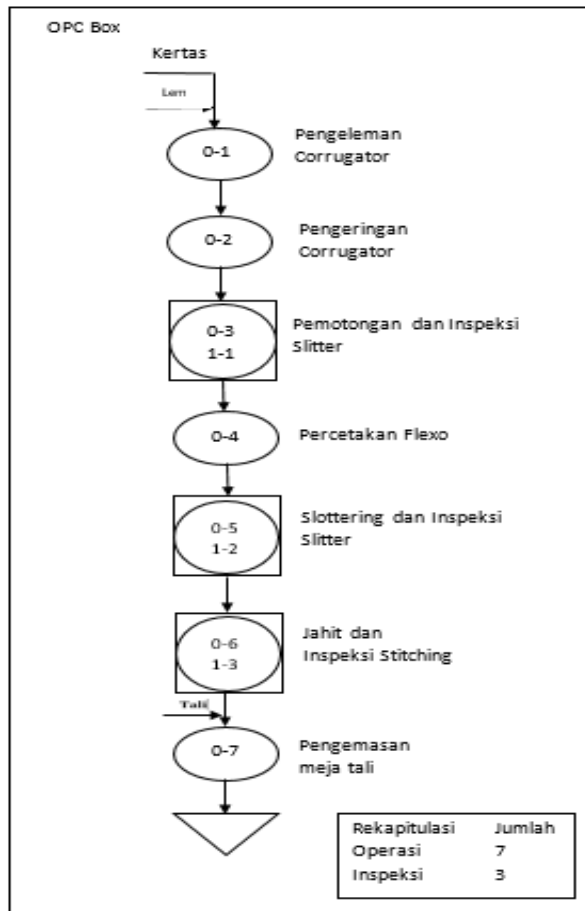
melalui observasi langsung di lantai produksi. Informasi yang dikumpulkan meliputi urutan proses produksi, waktu proses mesin, serta perpindahan material antar stasiun kerja sebagai dasar analisis sistem produksi.

Peta Proses Produksi

Peta proses produksi digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas produksi secara sistematis. Peta ini menunjukkan aliran proses mulai dari corrugator, proses pencetakan flexo, pembentukan produk, hingga proses finishing dan pengemasan. Melalui peta proses ini dapat diidentifikasi aliran material, hubungan antar proses, serta potensi ketidakefisienan pada sistem produksi.



Gambar 1. Peta Proses Produksi Pembuatan Sheet



Gambar 2. Peta Proses Produksi Pembuatan Box

Data Order

Data order merupakan informasi mengenai jumlah pesanan produk yang diterima perusahaan dalam periode tertentu. Data ini meliputi jenis produk, jumlah unit yang dipesan, serta waktu pemesanan. Data order digunakan sebagai dasar dalam analisis penjadwalan produksi, perhitungan waktu proses, serta simulasi sistem produksi untuk mengevaluasi kinerja metode penjadwalan.

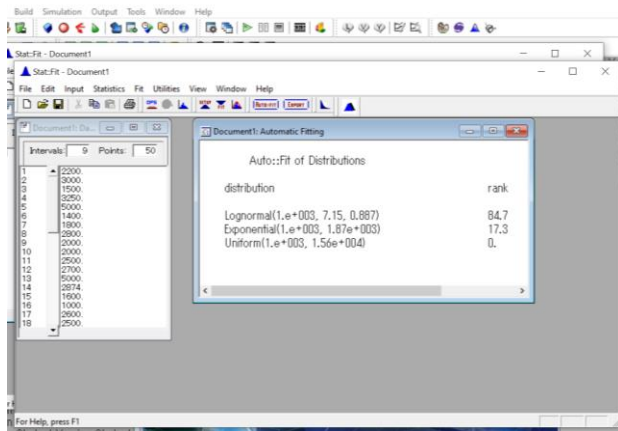
Tabel 4. Data Order

No Order	Type Order	Jumlah	Order Date	Due Date
Order 01	Sheet	2200	03-Jan	08-Jan
Order 02	Sheet	1800	03-Jan	08-Jan
Order 03	Sheet	2000	03-Jan	08-Jan
Order 04	Box warna	3 1500	03-Jan	09-Jan
Order 05	Box warna	2 1400	03-Jan	09-Jan
Order 06	Sheet	2800	03-Jan	09-Jan

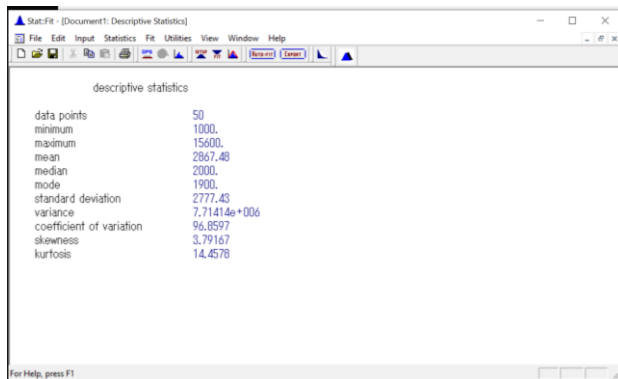
Order 07	Box warna	1 2000	03-Jan	09-Jan
Order 08	Box warna	2 2874	03-Jan	09-Jan
Order 09	Box warna	2 1600	03-Jan	09-Jan
Order 10	Box warna	1 1000	03-Jan	09-Jan
Order 11	Sheet	2600	03-Jan	09-Jan
Order 12	Sheet	2500	03-Jan	10-Jan
Order 13	Box warna	1 3000	03-Jan	10-Jan
Order 14	Box warna	2 3250	03-Jan	10-Jan
Order 15	Sheet	5000	03-Jan	10-Jan
Order 16	Box warna	2 2500	03-Jan	10-Jan
Order 17	Box warna	3 2700	03-Jan	10-Jan
Order 18	Box warna	3 2000	03-Jan	10-Jan
Order 19	Box warna	2 5000	03-Jan	11-Jan
Order 20	Sheet	1500	04-Jan	09-Jan
Order 21	Sheet	1500	04-Jan	09-Jan
Order 22	Sheet	1500	04-Jan	09-Jan
Order 23	Sheet	1600	04-Jan	09-Jan
Order 24	Sheet	2000	04-Jan	09-Jan
Order 25	Sheet	1000	04-Jan	09-Jan
Order 26	Box warna	2 1800	04-Jan	10-Jan
Order 27	Sheet	2000	04-Jan	10-Jan
Order 28	Sheet	2000	04-Jan	10-Jan
Order 29	Sheet	2200	04-Jan	10-Jan
Order 30	Sheet	1750	04-Jan	10-Jan
Order 31	Box warna	4 2000	04-Jan	10-Jan
Order 32	Box warna	3 3000	04-Jan	10-Jan
Order 33	Sheet	1200	04-Jan	10-Jan
Order 34	Box warna	2 5200	04-Jan	11-Jan
Order 35	Sheet	3750	04-Jan	11-Jan
Order 36	Sheet	3750	04-Jan	11-Jan
Order 37	Box warna	2 1000	04-Jan	11-Jan
Order 38	Box warna	2 4600	04-Jan	11-Jan
Order 39	Box warna	2 1600	04-Jan	11-Jan

Order 40	Box	3	15600	04-Jan	15-Jan
	warna				
Order 41	Sheet		1000	06-Jan	10-Jan
Order 42	Sheet		1200	06-Jan	10-Jan
Order 43	Sheet		1500	06-Jan	10-Jan
Order 44	Box	2	3000	06-Jan	11-Jan
	warna				
Order 45	Box	2	1850	06-Jan	11-Jan
	warna				

Kemudian data order selama 1 minggu tersebut dihitung menggunakan software statfit. Didapatkan hasil seperti dibawah ini.



Gambar 3. Hasil Perhitungan Menggunakan Statfit

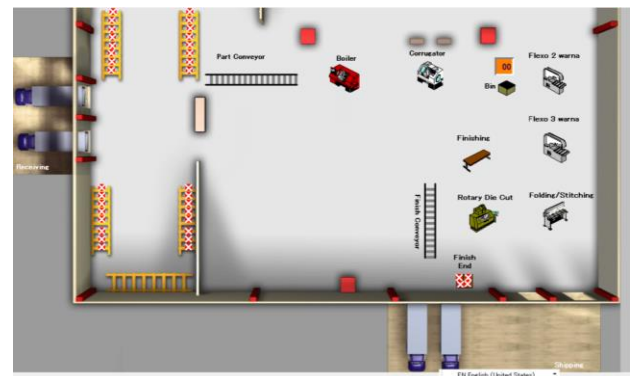
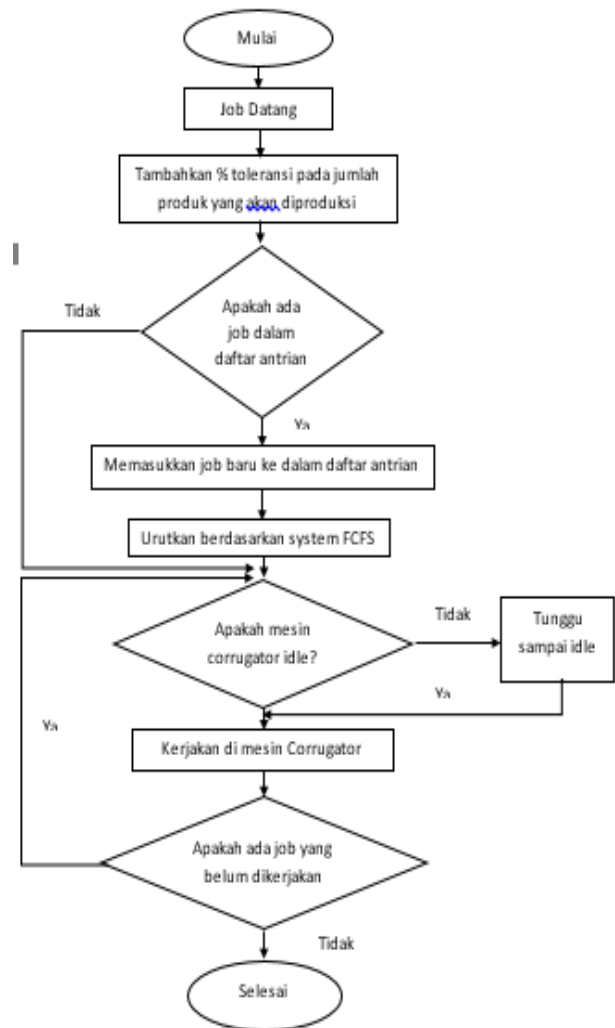


Gambar 4. Hasil Perhitungan Menggunakan Statfit

Kondisi Sistem Produksi Eksisting

Pada kondisi awal, perusahaan menggunakan metode penjadwalan FCFS. Metode ini menyebabkan beberapa permasalahan, antara lain:

- keterlambatan penyelesaian pesanan,
- penumpukan WIP,
- penggunaan mesin yang kurang optimal.



Gambar 5. Hasil Simulasi Menggunakan Promodel

Algoritma Penjadwalan Eksisting

Algoritma penjadwalan produksi perusahaan dengan metode FCFS adalah sebagai berikut:

Gambar 5. Algoritma Penjadwalan Existing

Keterangan;

1. Job datang

2. Tambahkan % toleransi pada jumlah produk yang akan diproduksi. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya produk cacat
3. Dilakukan pengecekan apakah masih ada job dalam antrian. Jika masih ada, maka dilanjutkan ke Langkah 4, sedangkan jika tidak ada lagi, maka langsung kedalam Langkah 6
4. Memasukan job yang datang kedalam daftar antrian
5. Mengurutkan job berdasarkan aturan FCFS
6. Melakukan pengecekan terhadap mesin corrugator. Jika mesin dalam keadaan idle, maka kerjakan job di mesin corrugator. Jika tidak, tunggu sampai idle
7. Melakukan pengecekan terhadap job yang belum dikerjakan. Jika tidak ada, maka proses selesai. Jika tidak, Kembali ke Langkah 6.

Penjadwalan Produksi Usulan

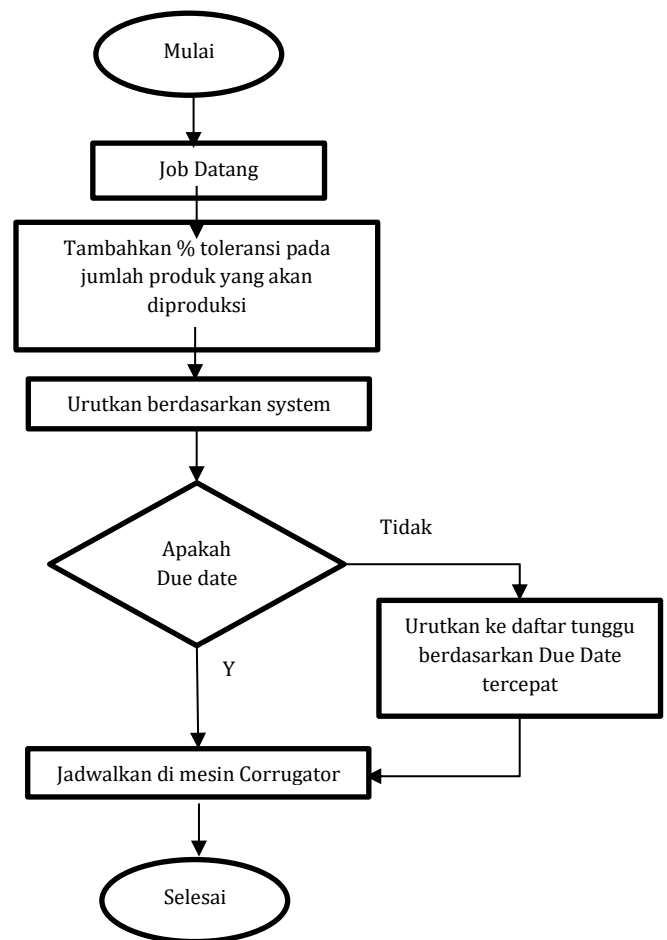
Pada kondisi eksisting perusahaan menerapkan metode FCFS (*First Come First Serve*), sehingga menyebabkan banyaknya *order* yang terlambat. Untuk itu, kami mengusulkan beberapa metode usulan yang dapat diterapkan perusahaan, antara lain:

1. Metode EDD (*Earliest Due Date*)
Metode ini digunakan untuk mengurutkan job yang datang, dimana job yang mempunyai due date paling cepat, dikerjakan terlebih dahulu
2. Metode SPT (*Shortest Processing Time*)
Metode ini digunakan untuk mengurutkan job berdasarkan urutan proses produksi yang paling cepat, diproses terlebih dahulu jika mempunyai due date yang sama.

Algoritma Penjadwalan Produksi Usulan

Algoritma penjadwalan usulan ini dibuat berdasarkan tipe *Flow Shop*, yaitu produk yang dibuat dapat memiliki spesifikasi berbeda, namun memiliki urutan pemrosesan yang sama (ada produk yang tidak melewati mesin tertentu, namun pada dasarnya memiliki urutan proses yang sama). Proses produksi dilaksanakan berdasarkan *job order*.

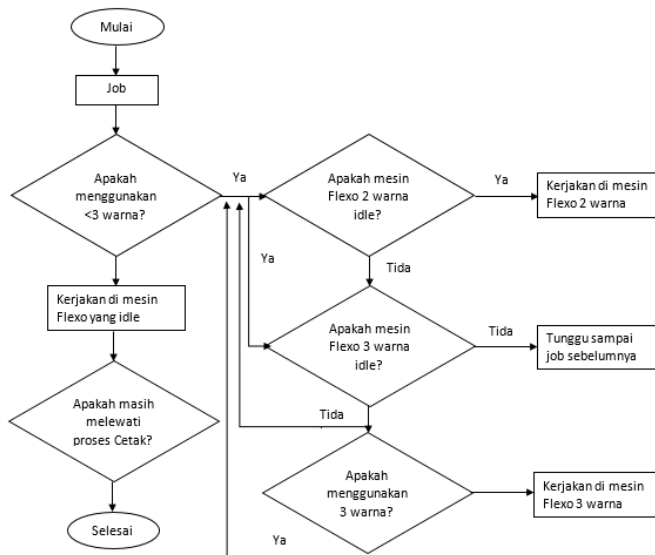
Penjadwalan usulan bersifat dinamis, dengan memperhatikan kedatangan *job* baru yang akan merubah urutan pekerjaan yang sudah ada. Algoritma usulan yang dibuat adalah algoritma pengurutan order dan algoritma penjadwalan di departemen cetak.



Gambar 6. Algoritma Penjadwalan Produksi Usulan

Keterangan;

1. Job datang
2. Tambahkan % toleransi pada jumlah produk yang akan diproduksi. Dilakukan untuk mengantisipasi adanya produk cacat
3. Urutkan job yang baru datang berdasarkan aturan EDD, yaitu job yang mempunyai due date paling awal dikerjakan terlebih dahulu
4. Melakukan pengecekan apakah ada job dengan due date sama. Jika ada, urutkan job tersebut dengan metode SPT, jika tidak lanjutkan ke Langkah 6
5. Melakukan pengecekan apakah ada job dengan SPT yang sama. Jika ada, urutkan secara random, jika tidak, lanjutkan ke Langkah 6
6. Kerjakan job tersebut di mesin corrugator



Gambar 7. Algoritma Penjadwalan Produksi

Keterangan:

1. Job datang
2. Melakukan pengecekan apakah job menggunakan design kurang dari 3 warna. Jika ya, lanjutkan ke Langkah 3, jika tidak lanjutkan ke Langkah 6
3. Melakukan pengecekan apakah mesin Flexo 2 warna sedang idle, jika ya, kerjakan job tersebut dimesin Flexo 2 warna. Jika tidak, lanjutkan ke Langkah 4

Gantt Chart Sistem EDD

Gantt Chart digunakan untuk memvisualisasikan urutan pekerjaan serta alokasi waktu pada setiap mesin produksi berdasarkan metode EDD. Diagram ini

4. Melakukan pengecekan apakah mesin Flexo 3 warna sedang idle. Jika ya, lanjutkan ke Langkah 5, jika tidak Kembali ke Langkah 3
5. Melakukan pengecekan apakah job selanjutnya menggunakan design 3 warna. Jika ya, Kembali ke Langkah 3. Jika tidak, kerjakan di mesin Flexo 3 warna.
6. Melakukan pengecekan apakah menggunakan design 3 warna. Jika ya, lanjutkan ke Langkah 7. Jika tidak, lanjutkan ke Langkah 8
7. Melakukan pengecekan apakah mesin Flexo 3 warna sedang idle. Jika ya, kerjakan di mesin Flexo 3 warna. Jika tidak, maka tunggu sampai idle, kemudian kerjakan di mesin tersebut.
8. Mengerjakan job di mesin Flexo yang sedang idle
9. Melakukan pengecekan apakah masih ada warna yang belum dicetak. Jika ya, Kembali ke Langkah 8

Rancangan Sistem Usulan Menggunakan Metode EDD (*Earliest Due Date*)

Rancangan sistem usulan menggunakan metode *Earliest Due Date* (EDD) bertujuan untuk mengurutkan pekerjaan berdasarkan tanggal jatuh tempo paling awal. Metode ini diterapkan untuk meminimalkan keterlambatan penyelesaian pesanan. Dengan penerapan EDD, proses penjadwalan produksi menjadi lebih terstruktur dan mampu meningkatkan efisiensi sistem produksi.

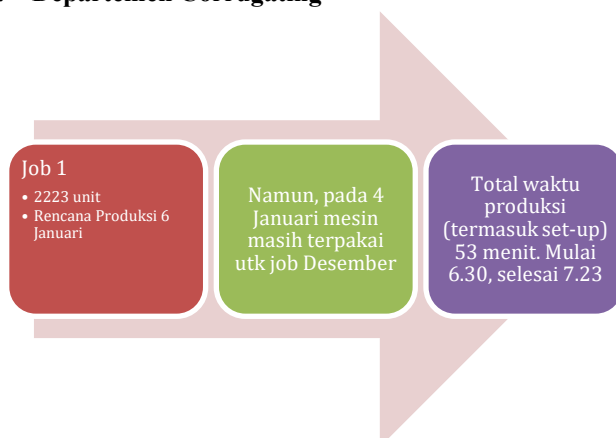
menunjukkan waktu mulai dan selesai setiap pekerjaan sehingga memudahkan analisis aliran produksi, pemanfaatan mesin, serta identifikasi potensi keterlambatan dalam proses produksi

			schedule production																																		
No order	Jumlah	Warna	Duration			Progress	Date																														
			order date	due date	days		Days																														
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Order 1	2200	-	3	8	5	Sheet																															
Order 2	1800	-	3	8	5	Sheet																															
Order 3	2000	-	3	8	5	Sheet																															
Order 4	1500	3	3	9	6	Box																															
Order 5	1400	2	3	9	6	Box																															
Order 6	2800	-	3	9	6	Sheet																															
Order 7	2000	1	3	9	6	Box																															
Order 8	2874	2	3	9	6	Box																															
Order 9	1600	2	3	9	6	Box																															
Order 10	1000	1	3	9	6	Box																															
Order 11	2600	-	3	9	6	Sheet																															
Order 12	2500	-	3	9	6	Sheet																															
Order 13	3000	1	3	10	7	Box																															
Order 14	3250	2	3	10	7	Box																															
Order 15	5000	-	3	10	7	Sheet																															
Order 16	2500	2	3	10	7	Box																															
Order 17	2700	3	3	10	7	Box																															
Order 18	2000	3	3	10	7	Box																															
Order 19	5000	2	3	11	8	Box																															
Order 20	1500	-	4	9	5	Sheet																															
Order 21	1500		4	9	5	Sheet																															
Order 22	1500		4	9	5	Sheet																															
Order 23	1600		4	9	5	Sheet																															
Order 24	2000		4	9	5	Sheet																															
Order 25	1000		4	9	5	Sheet																															
Order 26	1800	2	4	10	6	Box																															
Order 27	2000	-	4	10	6	Sheet																															
Order 28	2000	-	4	10	6	Sheet																															
Order 29	2200		4	10	6	Sheet																															
Order 30	1750		4	10	6	Sheet																															
Order 31	2000	4	4	10	6	Box																															
Order 32	3000	3	4	10	6	Box																															
Order 33	1200		4	10	6	Sheet																															
Order 34	5200	2	4	11	7	Box																															
Order 35	3750		4	11	7	Sheet																															

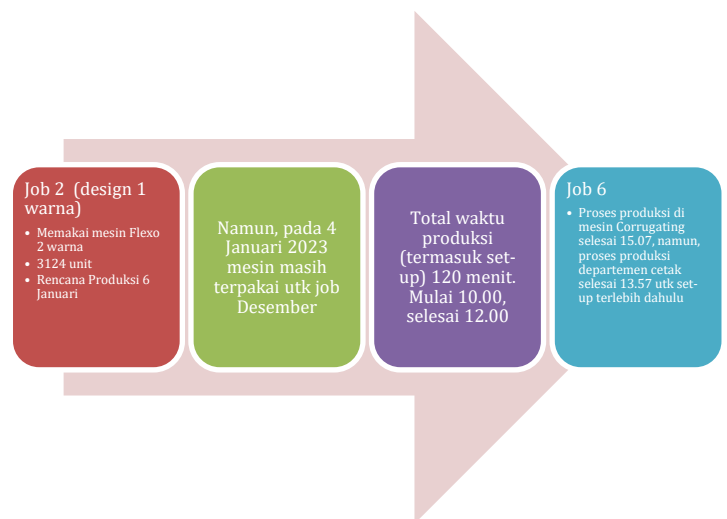
Simulasi Penjadwalan Eksisting

Pengurutan dan penjadwalan perusahaan menggunakan alur FCFS (*First Come First Serve*). Contoh penjadwalan produksinya adalah sebagai berikut:

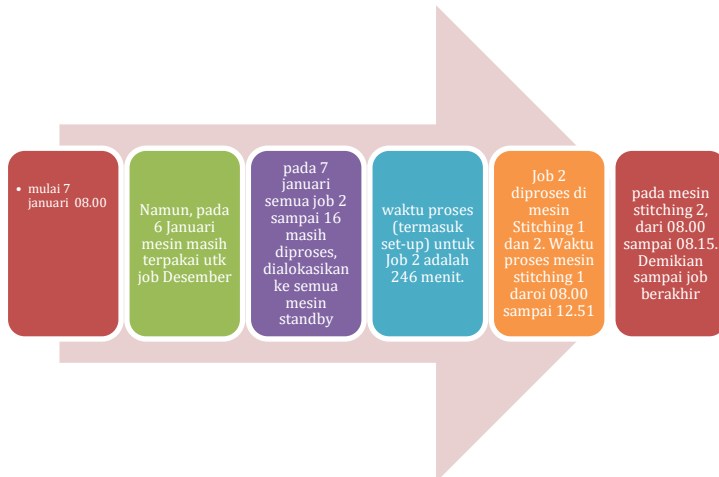
1. Departemen Corrugating



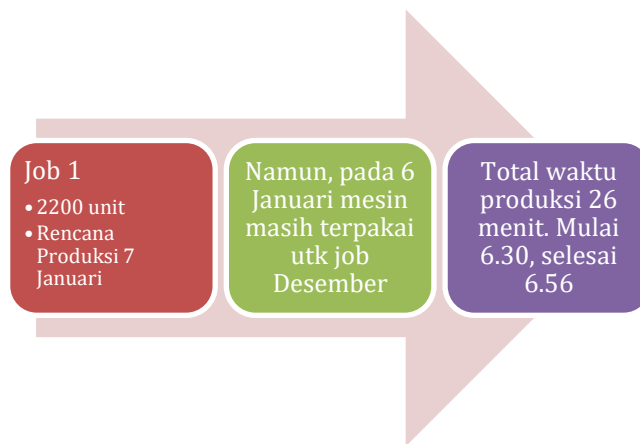
2. Departemen Cetak



3. Departemen Stitching



4. Departemen Pengemasan



Simulasi Penjadwalan Usulan

Dari penjadwalan eksisting selama bulan Januari, terdapat 24 *delay* pengiriman pesanan. Metode penjadwalan eksisting menggunakan algoritma FCFS dan 8 jam kerja. Dari hasil Analisa *bottle neck* tertinggi terdapat di departemen stitching. Untuk itu, disimulasikan menggunakan metode EDD dan kombinasi perancangan perubahan jam kerja dari 8 jam sehari menjadi 24 jam (*shift*). Dari simulasi perubahan jam kerja saja masih terdapat 10 *delay* yang masih ada. Jika perubahan jam

kerja digabungkan dengan metode EDD, sudah tidak terdapat *delay*. Namun, karena *bottle neck* tertinggi terdapat di departemen *stitching* dan *corrugator*, maka diusulkan perubahan jam kerja menjadi *shift* hanya di kedua departemen tersebut.

Untuk menguji keefektifan algoritma penjadwalan produksi usulan, maka perlu diadakan perbandingan hasil penjadwalan. Studi kasus dengan data order selama bulan Januari. Hasil dari studi kasus tersebut kemudian dibandingkan dengan metode eksisting, untuk mengetahui berapa banyak jumlah job yang terlambat. Dari hasil simulasi penggabungan metode EDD dan perubahan jam kerja, dapat dikalkulasikan sudah tidak terdapat *delay*.

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan penelitian adalah :

1. Penjadwalan dengan algoritma usulan yaitu dengan metode EDD dan perubahan jam kerja terhitung efektif. Kedua metode tersebut bersifat dinamis, dikarenakan apabila terdapat *job/order* baru, system dapat berubah menyesuaikan dengan cepat.
2. Metode usulan terhitung dapat meminimalkan keterlambatan dari sebelumnya terdapat 24 *job/order* yang terlambat, menjadi 0.

Saran

1. Untuk mendapatkan kapasitas produksi yang lebih besar dilakukan perubahan jam kerja dari *daily working hour* menjadi *shift working hours (3-shift)*, dengan demikian tidak perlu menambahkan extra cost dari pembayaran *overtime* karyawan
2. Dikombinasikan dengan metode EDD untuk meniadakan *delay* yang tersisa
3. Untuk memudahkan implementasi metode penjadwalan produksi usulan, sebaiknya perusahaan memiliki system penjadwalan yang sudah terkomputasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Anjos, M. F., & Vieira, M. V. C. (2017). Mathematical optimization approaches for facility layout problems: The state-of-the-art and future research directions. *European Journal of Operational Research*, 261(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.01.049>

Badharinath, E., Reddy, V. D., Kumar, P. S., & Damodaram, A. K. (2024). Optimization of Manufacturing Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method. *MATEC Web of Conferences*, 393, 01005.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/202439301005>

- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2019). *Principles of Sequencing and Scheduling*. John Wiley & Sons, Inc.
- Banks, J. (2010). *Discrete-event System Simulation*. Prentice Hall.
- Dolgui, A., Ivanov, D., Sethi, S., & Sokolov, B. (2021). Scheduling in production, supply chain and Industry 4.0 systems by optimal control: fundamen-tals, state-of-the-art, and applications. *International Journal of Production Research*, 59.
- Drira, A., Pierreval, H., & Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control*, 31(2), 255–267. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001>
- Frazzon, E. M., Albrecht, A., & Hurtado, P. A. (2016). Simulation-based optimization for the integrated scheduling of production and logistic systems. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1050–1055. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.581>
- Gupta, D., Goel, S., & Mangla, N. (2022). Optimization of production scheduling in two stage Flow Shop Scheduling problem with m equipotential machines at first stage. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(3), 1162–1169. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01411-5>
- Heragu, S. S. (2022). *Facilities Design*. Taylor & Francis .
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. K., & Young, T. (2010). Simulation in manufacturing and business: A review. *European Journal of Operational Research*, 203(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.06.004>
- Koulamas, C., & Kyparisis, G. J. (2022). Flow shop scheduling with two distinct job due dates. *Computers & Industrial Engineering*.
- Law, A. M. . (2015). *Simulation modeling and analysis*. McGraw-Hill Education.
- Negahban, A., & Smith, J. S. (2014). Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(2), 241–261. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.12.007>
- Pinedo, M. (2022). *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems* (6th ed.).
- Ruiz, R., & Maroto, C. (2005). A comprehensive review and evaluation of permutation flowshop heuristics. *European Journal of Operational Research*, 165(2), 479–494. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.017>
- Şen, A. (2013). A comparison of fixed and dynamic pricing policies in revenue management. *Omega*, 41(3), 586–597. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.08.001>
- Singh, S. P., & Sharma, R. R. K. (2006). A review of different approaches to the facility layout problems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30(5–6), 425–433. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0087-9>