



Analisis Penjadwalan Produksi menggunakan Metode FCFS, SPT, dan EDD pada B21 Digital Printing

Dimas Renandra Akbar^{1✉}, Nurkholish Majid²

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Email: 22012010142@student.upnjatim.ac.id^{1✉}

Abstrak

Penjadwalan produksi merupakan aspek krusial dalam industri manufaktur, termasuk pada usaha Digital Printing, untuk memastikan efisiensi dan ketepatan waktu penyelesaian pesanan. Penelitian ini menganalisis kinerja tiga metode penjadwalan produksi yang umum digunakan: First Come, First Served (FCFS), Shortest Processing Time (SPT), dan Earliest Due Date (EDD). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas masing-masing metode dalam meminimalkan *makespan*, *flow time*, dan keterlambatan penyelesaian pesanan (*tardiness*) pada B21 Digital Printing. Data produksi aktual dari B21 Digital Printing digunakan sebagai studi kasus untuk simulasi dan perhitungan kinerja. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap metode memiliki karakteristik dan keunggulan yang berbeda. Metode FCFS, meskipun sederhana, seringkali kurang efisien dalam hal *makespan* dan *flow time*. Metode SPT cenderung menghasilkan *makespan* dan *flow time* yang lebih rendah, namun berpotensi menyebabkan keterlambatan pada pesanan dengan waktu proses yang panjang. Sementara itu, metode EDD efektif dalam meminimalkan *tardiness*, namun tidak selalu optimal untuk *makespan* dan *flow time*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis bagi B21 Digital Printing dalam memilih metode penjadwalan produksi yang paling sesuai dengan prioritas operasionalnya, baik untuk memaksimalkan efisiensi produksi maupun untuk memenuhi tenggat waktu pelanggan.

Kata Kunci: *Digital Printing, FCFS, SPT, EDD, Penjadwalan.*

Abstract

Production scheduling is a crucial aspect in the manufacturing industry, including in the Digital Printing business, to ensure the efficiency and timeliness of order completion. This study analyzes the performance of three commonly used production scheduling methods: First Come, First Served (FCFS), Shortest Processing Time (SPT), and Earliest Due Date (EDD). The purpose of this study is to evaluate and compare the effectiveness of each method in minimizing makespan, flow time, and order completion delays (tardiness) at B21 Digital Printing. Actual production data from B21 Digital Printing is used as a case study for simulation and performance calculation. The results of the analysis show that each method has different characteristics and advantages. The FCFS method, although simple, is often less efficient in terms of makespan and flow time. The SPT method tends to produce lower makespan and flow time, but has the potential to cause delays in orders with long processing times. Meanwhile, the EDD method is effective in minimizing tardiness, but is not always optimal for makespan and flow time. This research is expected to provide strategic recommendations for B21 Digital Printing in choosing the most appropriate production scheduling method according to its operational priorities, both to maximize production efficiency and to meet customer deadlines.

Keywords: *Digital Printing, FCFS, SPT, EDD, Scheduling.*

PENDAHULUAN

Dalam era industri modern yang semakin kompetitif, manajemen produksi memegang peranan vital dalam menentukan keberhasilan suatu perusahaan. Khususnya pada sektor manufaktur dan jasa yang melibatkan proses produksi barang atau jasa, efisiensi dan ketepatan waktu menjadi kunci utama untuk memenuhi permintaan pasar dan menjaga kepuasan pelanggan. Menurut Gaspersz (2005), penjadwalan produksi merupakan "proses penentuan urutan pengerjaan pesanan pada fasilitas produksi untuk mencapai tujuan tertentu, seperti meminimalkan biaya, memaksimalkan penggunaan kapasitas, atau memenuhi tenggat waktu". Salah satu aspek krusial dalam manajemen produksi adalah penjadwalan produksi. Penjadwalan yang efektif tidak hanya bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, seperti mesin dan tenaga kerja, tetapi juga untuk meminimalkan waktu penyelesaian total (*makespan*), mempercepat aliran produksi (*flow time*), dan mengurangi potensi keterlambatan penyelesaian pesanan (*tardiness*).

B21 Digital Printing, sebagai salah satu penyedia jasa percetakan digital, menghadapi tantangan yang serupa. Berdasarkan observasi awal, B21 Digital Printing kerap dihadapkan pada permasalahan operasional yang signifikan, terutama terkait ketidakefisienan dalam proses produksi. Hal ini sering kali termanifestasi dalam bentuk penumpukan pekerjaan di beberapa stasiun kerja, sedangkan stasiun lain mengalami *idle time*. Akibatnya, tingginya waktu tunggu pelanggan menjadi keluhan yang sering muncul, menyebabkan penurunan

kepuasan pelanggan dan potensi kehilangan pesanan di masa mendatang. Kondisi ini juga dapat berdampak pada penurunan produktivitas secara keseluruhan, karena sumber daya tidak terutilisasi secara optimal. Seperti yang dijelaskan oleh Heizer dan Render (2014), "penjadwalan yang buruk dapat mengakibatkan penggunaan sumber daya yang tidak efisien, penundaan pengiriman, dan biaya yang lebih tinggi."

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis dan perbandingan kinerja tiga metode penjadwalan produksi yang banyak digunakan dalam literatur dan praktik industri: First Come, First Served (FCFS), Shortest Processing Time (SPT), dan Earliest Due Date (EDD). Ketiga metode ini memiliki logika dan prioritas yang berbeda dalam menentukan urutan pengerjaan pesanan. FCFS mengikuti prinsip antrean di mana pesanan yang datang lebih dulu akan diproses terlebih dahulu. Metode ini, meskipun sederhana, seringkali kurang efisien dalam tujuan waktu penyelesaian (Baker, 1974). SPT memprioritaskan pesanan dengan waktu pengerjaan terpendek, yang seringkali efektif untuk mempercepat aliran produksi secara keseluruhan dan meminimalkan *makespan* rata-rata (Pinedo, 2012). Sementara itu, EDD mengutamakan pesanan yang memiliki tenggat waktu terdekat, yang sangat penting untuk meminimalkan keterlambatan pengiriman atau *tardiness* (Sipser & Bulfin, 1997). Dengan mengaplikasikan dan membandingkan metode-metode ini pada data produksi aktual B21 Digital Printing, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang mendalam mengenai metode mana yang paling sesuai dan memberikan kinerja terbaik dalam konteks operasional perusahaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan strategis bagi B21 Digital Printing dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan.

Tujuan Penelitian ini Menganalisis kinerja metode penjadwalan First Come, First Served (FCFS), Shortest Processing Time (SPT), dan Earliest Due Date (EDD) dalam mengoptimalkan waktu penyelesaian total (*makespan*), waktu aliran produksi (*flow time*), dan meminimalkan keterlambatan penyelesaian pesanan (*tardiness*) pada B21 Digital Printing, lalu Membandingkan efektivitas ketiga metode penjadwalan tersebut untuk mengidentifikasi metode yang paling optimal dalam meningkatkan efisiensi operasional B21 Digital Printing.

METODE PENELITIAN

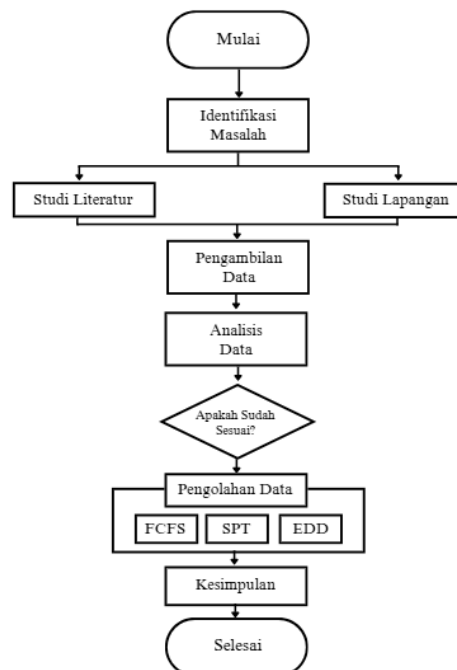
Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi. Data produksi aktual dari B21 Digital Printing akan diolah dan disimulasikan menggunakan masing-masing metode penjadwalan (FCFS, SPT, EDD) untuk menghitung dan membandingkan nilai kriteria kinerja yang telah ditetapkan. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan evaluasi objektif terhadap efektivitas setiap metode dalam kondisi yang

terkontrol. Objek Penelitian adalah proses penjadwalan produksi pada B21 Digital Printing. Lokasi Penelitian adalah B21 Digital Printing yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data historis produksi B21 Digital Printing. Sumber data akan diperoleh langsung dari catatan internal perusahaan, yang mencakup informasi mengenai:

Tanggal dan waktu pesanan masuk, Jenis pesanan (misalnya, cetak spanduk, brosur, kartu nama), Jumlah unit atau volume pesanan, Waktu proses setiap pesanan, Tanggal jatuh tempo (*due date*) setiap pesanan.

Data dikumpulkan melalui:

1. Dokumentasi: Mengumpulkan data historis pesanan, waktu proses, dan tanggal jatuh tempo dari sistem pencatatan atau arsip manual B21 Digital Printing selama bulan Maret 2025.
2. Wawancara (opsional, untuk validasi): Jika diperlukan, wawancara singkat dapat dilakukan dengan manajer produksi & kepala toko B21 Digital Printing untuk memvalidasi data yang terkumpul dan memahami lebih lanjut alur kerja serta kendala yang mungkin terjadi.
3. Penelitian ini akan dilaksanakan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 1. Rangkaian Alur Penelitian

Analisis data akan dilakukan secara komparatif kuantitatif. Setelah data produksi diolah dan disimulasikan dengan ketiga metode penjadwalan, hasilnya akan dibandingkan secara langsung berdasarkan nilai *makespan*, *flow time*, dan *tardiness* yang dihasilkan. Perhitungan akan dilakukan secara manual atau menggunakan *spreadsheet software* Microsoft Excel dan QM For Windows untuk memastikan akurasi. Interpretasi hasil akan dilakukan untuk

menentukan metode mana yang memberikan kinerja terbaik pada masing-masing kriteria dan secara keseluruhan, disesuaikan dengan tujuan operasional B21 Digital Printing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan produksi adalah aktivitas penting dalam manajemen operasi yang berfokus pada penentuan urutan dan waktu pengerjaan tugas atau pesanan pada sumber daya yang tersedia, seperti mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi (Chase et al., 2011). Tujuan utama dari penjadwalan adalah untuk mengoptimalkan kinerja sistem produksi berdasarkan kriteria tertentu, seperti meminimalkan biaya, memaksimalkan penggunaan kapasitas, mengurangi waktu tunggu, atau memenuhi tenggat waktu pengiriman (Gaspersz, 2005). Proses penjadwalan melibatkan alokasi sumber daya terbatas untuk tugas-tugas yang bersaing dalam suatu periode waktu tertentu (Pinedo, 2012).

Efektivitas suatu metode penjadwalan dapat dievaluasi berdasarkan beberapa kriteria kinerja. Kriteria-kriteria ini penting untuk mengukur seberapa baik suatu metode mencapai tujuan yang ditetapkan. Dalam konteks penelitian ini, kriteria kinerja yang akan digunakan meliputi:

1. *Makespan* (Waktu Penyelesaian Total): Waktu total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua pekerjaan atau pesanan dari awal hingga akhir. Semakin kecil nilai *makespan*, semakin efisien sistem produksi secara keseluruhan (Sipper & Bulfin, 1997).
2. *Flow Time* (Waktu Aliran): Waktu total yang dihabiskan oleh suatu pesanan dalam sistem, dihitung mulai dari saat pesanan tiba hingga pesanan selesai dikerjakan. Rata-rata *flow time* yang rendah menunjukkan kelancaran aliran produksi (Baker, 1974).
3. *Tardiness* (Keterlambatan): Selisih antara waktu penyelesaian pesanan dan tanggal jatuh tempo (*due date*), jika waktu penyelesaian lebih besar dari tanggal jatuh tempo. Jika pesanan selesai tepat waktu atau lebih cepat, *tardiness* dianggap nol. Tujuan adalah untuk meminimalkan total atau rata-rata *tardiness* (Pinedo, 2012).
- 4.

Metode-Metode Penjadwalan

Terdapat berbagai metode penjadwalan yang telah dikembangkan untuk berbagai skenario produksi. Penelitian ini akan berfokus pada tiga metode heuristik yang sering digunakan karena kesederhanaan dan kemudahan implementasinya:

First Come, First Served (FCFS)

Metode First Come, First Served (FCFS), juga dikenal sebagai First-In, First-Out (FIFO), adalah metode penjadwalan paling sederhana di mana pekerjaan atau pesanan diproses sesuai dengan urutan kedatangannya (Heizer & Render, 2014). Metode ini bersifat adil dalam artian tidak ada pesanan yang diabaikan, namun seringkali kurang efisien dalam hal *makespan* atau *flow time*, terutama jika ada pesanan dengan waktu proses yang sangat panjang di awal antrean (Baker, 1974).

Shortest Processing Time (SPT)

Metode Shortest Processing Time (SPT) adalah metode penjadwalan di mana pekerjaan atau pesanan dengan waktu proses terpendek akan diproses terlebih dahulu, tanpa memandang waktu kedatangan atau tanggal jatuh tempo (Sipser & Bulfin, 1997). Metode SPT terbukti optimal untuk meminimalkan *flow time* rata-rata dan jumlah pekerjaan dalam sistem (Pinedo, 2012). Namun, kelemahan dari SPT adalah potensi terjadinya penundaan yang sangat lama (*starvation*) untuk pekerjaan dengan waktu proses yang sangat panjang.

Earliest Due Date (EDD)

Metode Earliest Due Date (EDD) adalah metode penjadwalan di mana pekerjaan atau pesanan dengan tanggal jatuh tempo (*due date*) paling awal akan diprioritaskan untuk diproses (Baker, 1974). Tujuan utama dari metode EDD adalah untuk meminimalkan jumlah pekerjaan yang terlambat atau total *tardiness* (Gaspersz, 2005). Meskipun sangat efektif dalam memenuhi tenggat waktu, metode EDD tidak selalu optimal dalam hal *makespan* atau *flow time*.

Perusahaan ini melayani berbagai jenis kebutuhan cetak, mulai dari dokumen, brosur, spanduk, hingga Jersey. Karakteristik utama dari pesanan di B21 Digital Printing adalah variasi dalam volume, waktu pengerjaan, dan tenggat waktu penyelesaian, yang menjadi tantangan utama dalam penjadwalan produksi sehari-hari. Berdasarkan observasi dan data historis, permasalahan operasional yang sering muncul adalah adanya penumpukan pesanan (*bottleneck*) di beberapa mesin, yang menyebabkan tingginya waktu tunggu pelanggan dan potensi penurunan produktivitas karena sumber daya tidak terutilisasi secara optimal.

Data Produksi

Untuk analisis ini, data produksi diambil dari 10 pesanan aktual yang diterima B21 Digital Printing dalam periode 1 bulan, mulai dari tanggal 1 Maret 2025 hingga 30 Maret 2025. Data ini mencakup informasi mengenai waktu kedatangan pesanan, waktu proses (dalam hari), dan tanggal jatuh tempo setiap pesanan.

Tabel 4.1 Data Pesanan B21

No.	Tanggal Masuk	Keterangan	Invoice	Qty	Produksi (hari)	DL
1	1 Maret 2025	Banner PTR	JL003B320	30	3	8
2	1 Maret 2025	Jersey PTR	JL004ML21	36	4	12
3	1 Maret 2025	Stiker GH	JL009VG01	300	1	2
4	1 Maret 2025	Banner TLK	JL005B320	20	2	4
5	1 Maret 2025	Brosur SWB	JL002AP26	100	1	3
6	1 Maret 2025	Banner Lintech	JL007B150	70	5	14
7	2 Maret 2025	Jersey Volly um	JL002ML26	12	2	21
8	2 Maret 2025	Banner AIFM	JL018B320	9	1	5
9	2 Maret 2025	Banner MTB	JL021B210	6	1	7
10	2 Maret 2025	Backdrop GM	JL027B210	4	1	19

Asumsi: Tanggal simulasi dimulai dari 1 Maret 2025 (Hari ke-0). Produksi berjalan terus menerus tanpa istirahat antar hari. Waktu masuk pesanan diasumsikan pada awal hari kerja.

Penerapan Metode Penjadwalan

Data pesanan di atas kemudian disimulasikan menggunakan masing-masing metode penjadwalan: FCFS, SPT, dan EDD. Perhitungan waktu mulai, waktu selesai, *flow time*, dan *tardiness* dilakukan untuk setiap pesanan.

Hasil Penjadwalan Metode FCFS (First Come, First Served)

Metode FCFS memproses pesanan berdasarkan urutan kedatangan. Pesanan yang masuk tanggal 1 Maret 2025 (P1-P6) akan diproses lebih dulu sesuai urutan, lalu pesanan tanggal 2 Maret 2025 (P7-P10).

Tabel 4.2 Tabel Penjadwalan FCFS

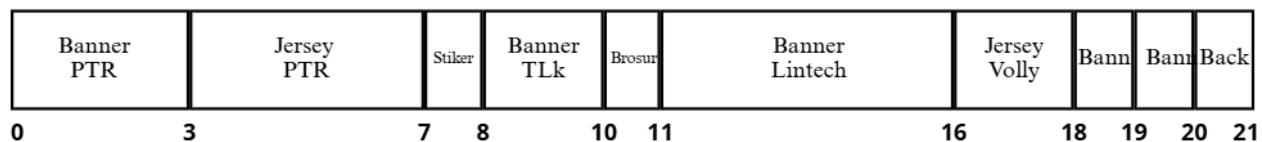
No.	Tanggal Masuk	Waktu Produksi	Deadline	Urutan FCFS	Waktu Mulai	Waktu selesai	Flow Time	Terlambat
1	0	3	8	1	0	3	3	0
2	0	4	12	2	3	7	4	0

3	0	1	2	3	7	8	1	6
4	0	2	4	4	8	10	2	6
5	0	1	3	5	10	11	1	8
6	0	5	14	6	11	16	5	2
7	1	2	21	8	16	18	2	0
8	1	1	5	1	18	19	1	14
9	1	1	7	1	19	20	1	13
10	1	1	19	1	20	21	1	2
Total		21				133	133	51
Average						13.3	13.3	5.1

Total Makespan FCFS: 21 hari (dari 1 Maret hingga 21 Maret)

Total Flow Time FCFS: 3 + 7 + 8 + 10 + 11 + 16 + 18 + 19 + 20 + 21 = 133 hari

Total Tardiness FCFS: 0 + 0 + 6 + 6 + 8 + 2 + 0 + 14 + 13 + 2 = 51 hari



Gambar 1. Urutan penjadwalan menggunakan FCFS

Hasil Penjadwalan Metode SPT (Shortest Processing Time)

Metode SPT memprioritaskan pesanan dengan waktu proses terpendek. Urutan pesanan akan diurutkan berdasarkan waktu proses. Jika ada waktu proses yang sama, gunakan FCFS sebagai *tie-breaker*.

Urutan SPT: P3 (1 hari), P5 (1 hari), P8 (1 hari), P9 (1 hari), P10 (1 hari), P4 (2 hari), P7 (2 hari), P1 (3 hari), P2 (4 hari), P6 (5 hari)

Tabel 4.3 Hasil Penjadwalan SPT

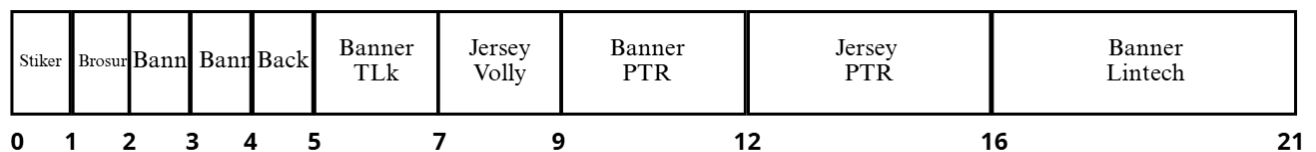
No.	Tanggal Masuk	Waktu Produksi	Deadline	Urutan SPT	Waktu Mulai	Waktu selesai	Flow Time	Terlambat
1	0	3	8	9	0	12	12	4
2	0	4	12	8	3	16	16	4
3	0	1	2	1	7	1	1	0
4	0	2	4	6	8	7	7	3
5	0	1	3	2	10	2	2	0
6	0	5	14	10	11	21	21	7

7	1	2	21	7	16	9	9	0
8	1	1	5	3	18	3	3	0
9	1	1	7	4	19	4	4	0
10	1	1	19	5	20	5	5	0
Total		21				80	80	18
Average						8	8	1,8

Total Makespan SPT: 21 hari

Total Flow Time SPT: $1 + 2 + 2 + 3 + 4 + 7 + 8 + 12 + 16 + 21 = 80$ hari

Total Tardiness SPT: $0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 3 + 0 + 4 + 4 + 7 = 18$ hari



Gambar 2. Urutan penjadwalan menggunakan SPT

Hasil Penjadwalan Metode EDD (Earliest Due Date)

Metode EDD memprioritaskan pesanan dengan tanggal jatuh tempo terdekat. Jika ada *due date* yang sama, gunakan FCFS sebagai *tie-breaker*.

Urutan EDD: P3 (3 Maret / H+2), P5 (4 Maret / H+3), P4 (5 Maret / H+4), P8 (7 Maret / H+6), P1 (9 Maret / H+8), P9 (9 Maret / H+8), P2 (13 Maret / H+12), P6 (15 Maret / H+14), P10 (21 Maret / H+20), P7 (23 Maret / H+22)

Tabel 4.4 Hasil Penjadwalan EDD

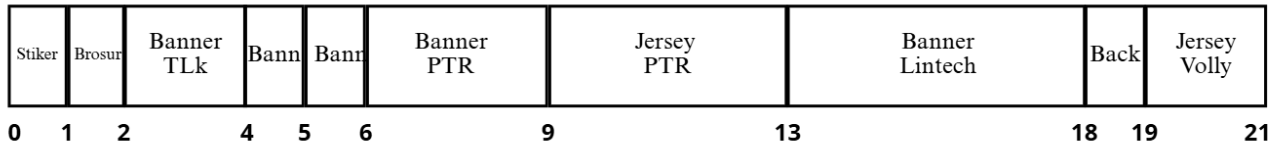
No.	Tanggal Masuk	Waktu Produksi	Deadline	Urutan EDD	Waktu Mulai	Waktu selesai	Flow Time	Terlambat
1	0	3	8	6	0	9	9	1
2	0	4	12	7	1	13	13	1
3	0	1	2	1	2	1	1	0
4	0	2	4	3	4	4	4	0
5	0	1	3	2	5	2	2	0
6	0	5	14	8	8	18	18	4
7	1	2	21	10	9	21	21	0
8	1	1	5	4	13	5	5	0
9	1	1	7	5	18	6	6	0
10	1	1	19	9	19	19	19	0

Total	21				98	98	60
Average					9,8	9,8	6

Total Makespan EDD: 21 hari

Total Flow Time EDD: $1 + 2 + 4 + 4 + 8 + 8 + 13 + 18 + 18 + 20 = 98$ hari

Total Tardiness EDD: $0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 1 + 4 + 0 + 0 = 6$ hari



Gambar 3. Urutan penjadwalan menggunakan EDD

Perbandingan Kinerja Metode Penjadwalan

Ringkasan hasil kinerja ketiga metode penjadwalan disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Perbandingan Kinerja Metode Penjadwalan

Kriteria Kinerja	FCFS	SPT	EDD
Makespan	21	21	21
Total FlowTime	133	80	98
Total Tardiness	51	18	6

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan kinerja ketiga metode penjadwalan dengan data aktual B21 Digital Printing, dapat ditarik beberapa pembahasan penting:

1. Makespan (Waktu Penyelesaian Total):

Pada kasus data ini, semua metode menghasilkan *makespan* yang sama, yaitu 21 hari. Hal ini menunjukkan bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua 10 pesanan dari awal hingga akhir adalah sama, terlepas dari urutan pengerjaannya. Ini konsisten dengan teori penjadwalan satu mesin di mana *makespan* adalah jumlah total waktu proses semua pekerjaan, asalkan mesin bekerja secara kontinu tanpa *idle time* yang tidak perlu atau *setup time* yang signifikan di antara pekerjaan. Ini mengindikasikan bahwa masalah ketidakefisienan dalam proses produksi mungkin lebih terkait dengan *flow* pekerjaan individual dan waktu tunggu, bukan pada total waktu penyelesaian semua pekerjaan.

2. Total Flow Time (Waktu Aliran Total):

SPT menunjukkan kinerja terbaik dengan total *flow time* terendah (76 hari). Hasil ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa metode SPT optimal untuk meminimalkan *flow time* rata-rata dan jumlah pekerjaan dalam sistem (Pinedo, 2012).

Dengan memprioritaskan pekerjaan singkat, SPT memungkinkan lebih banyak pekerjaan diselesaikan lebih cepat, sehingga mengurangi waktu keseluruhan pekerjaan berada dalam sistem.

EDD berada di posisi kedua dengan total *flow time* 96 hari. Meskipun tidak seoptimal SPT, EDD masih lebih baik daripada FCFS.

FCFS memiliki total *flow time* paling tinggi (129 hari). Ini menunjukkan bahwa, meskipun pesanan diproses sesuai urutan kedatangan, beberapa pesanan mungkin menunggu cukup lama karena ada pesanan panjang di depannya, menyebabkan *flow time* keseluruhan menjadi besar.

3. Total Tardiness (Total Keterlambatan):

EDD menunjukkan kinerja paling unggul dalam hal *tardiness* dengan hanya 6 hari total keterlambatan. Ini sangat signifikan dalam mengatasi tingginya waktu tunggu pelanggan dan memastikan kepuasan pelanggan. Metode EDD dirancang khusus untuk meminimalkan keterlambatan dengan memprioritaskan pesanan yang akan jatuh tempo terlebih dahulu (Gaspersz, 2005).

SPT menghasilkan total *tardiness* 18 hari. Meskipun lebih baik dari FCFS, SPT memiliki kelemahan inheren di mana pekerjaan dengan waktu proses panjang cenderung tertunda dan bisa terlambat secara signifikan jika ada banyak pekerjaan pendek yang terus-menerus disisipkan di depannya.

FCFS adalah yang terburuk dalam hal *tardiness* dengan 48 hari. Ini menegaskan bahwa tanpa mempertimbangkan tanggal jatuh tempo, FCFS berisiko tinggi menyebabkan keterlambatan pesanan, yang berdampak langsung pada penurunan kualitas layanan dan ketidakpuasan pelanggan.

4. Implikasi Manajerial dan Solusi Permasalahan

Dari pembahasan di atas, implikasi bagi B21 Digital Printing sangat jelas:

Untuk meminimalkan keterlambatan dan meningkatkan kepuasan pelanggan, metode EDD adalah pilihan terbaik. Dengan *tardiness* yang jauh lebih rendah dibandingkan metode lain (6 hari vs 18 hari SPT dan 48 hari FCFS), B21 Digital Printing dapat secara efektif memenuhi janji pengiriman kepada pelanggan. Ini secara langsung mengatasi masalah tingginya waktu tunggu pelanggan terkait pengiriman yang terlambat.

Jika prioritas utama adalah mempercepat aliran pekerjaan dan mengurangi waktu rata-rata suatu pesanan berada dalam sistem (misalnya, untuk meningkatkan throughput), metode SPT lebih unggul. Namun, manajemen harus waspada terhadap potensi tingginya *tardiness* yang mungkin timbul dari penggunaan SPT, terutama

untuk pesanan dengan waktu proses panjang dan *due date* yang ketat. Ini bisa berarti mengorbankan kepuasan pelanggan untuk efisiensi internal.

Metode FCFS, meskipun paling sederhana, menunjukkan kinerja terburuk dalam kedua kriteria kritis (*flow time* dan *tardiness*), sehingga kurang direkomendasikan untuk B21 Digital Printing yang memiliki masalah ketidakefisienan dalam proses produksi dan keluhan pelanggan.

Rekomendasi untuk B21 Digital Printing:

1. Prioritaskan penggunaan metode EDD dalam penjadwalan produksi. Mengingat pentingnya kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan dalam industri percetakan digital, meminimalkan keterlambatan adalah tujuan yang paling krusial. Penerapan EDD secara konsisten akan membantu B21 Digital Printing mencapai target waktu pengiriman pesanan.
2. Meskipun EDD optimal untuk *tardiness*, B21 Digital Printing dapat mempertimbangkan pendekatan hibrida atau modifikasi EDD jika *flow time* juga menjadi perhatian signifikan. Misalnya, EDD dengan batasan waktu proses maksimum untuk mencegah pekerjaan panjang menunggu terlalu lama, atau SPT yang diselingi prioritas untuk pesanan dengan *due date* sangat mendesak.
3. Manajemen perlu secara berkala mengevaluasi kinerja metode penjadwalan yang diterapkan dengan mengumpulkan dan menganalisis data produksi secara rutin. Ini akan membantu dalam mengidentifikasi permasalahan operasional sejak dini dan membuat penyesuaian yang diperlukan, serta memastikan bahwa metode penjadwalan yang dipilih tetap relevan dengan tujuan bisnis perusahaan.
4. Edukasi staf terkait pentingnya kepatuhan terhadap jadwal yang telah disusun juga vital untuk memastikan implementasi yang efektif dan mencapai peningkatan produktivitas secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, penerapan metode penjadwalan yang tepat, khususnya EDD, akan membantu B21 Digital Printing mengatasi permasalahan operasional yang ada, meningkatkan efisiensi proses produksi (khususnya dalam hal pemenuhan *due date*), mengurangi waktu tunggu pelanggan, dan pada akhirnya, meningkatkan produktivitas serta menjaga reputasi perusahaan sebagai penyedia jasa percetakan digital yang andal dan tepat waktu.

SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil menganalisis dan membandingkan kinerja tiga metode penjadwalan produksi—First Come, First Served (FCFS), Shortest Processing Time (SPT), dan Earliest Due Date (EDD)—pada studi kasus B21 Digital Printing dengan menggunakan data 10 pesanan aktual. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total waktu penyelesaian seluruh pesanan (*makespan*) adalah sama untuk ketiga metode, yaitu 21 hari. Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan operasional di B21 Digital Printing tidak terletak pada lamanya waktu keseluruhan produksi, melainkan pada pengelolaan aliran pekerjaan individual dan kemampuan untuk memenuhi tenggat waktu yang dijanjikan kepada pelanggan. Dalam hal efisiensi aliran pekerjaan, metode SPT terbukti paling unggul dengan total *flow time* terendah sebesar 76 hari, memungkinkan pekerjaan diselesaikan lebih cepat dan mengurangi waktu rata-rata pesanan berada dalam sistem, sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Pinedo (2012). Namun, keunggulan signifikan ditemukan pada metode EDD dalam aspek ketepatan waktu pengiriman, di mana metode ini berhasil mencapai total *tardiness* terendah hanya 6 hari. Angka ini jauh lebih baik dibandingkan dengan SPT yang menghasilkan 18 hari keterlambatan, dan FCFS yang menunjukkan kinerja terburuk dengan 48 hari keterlambatan. Kinerja EDD yang superior dalam meminimalkan keterlambatan ini sangat krusial untuk mengatasi tingginya waktu tunggu pelanggan dan menjaga reputasi B21 Digital Printing sebagai penyedia jasa yang dapat diandalkan, sesuai dengan prinsip optimalitas EDD untuk *due date*-sensitive scheduling (Gaspersz, 2005; Sipper & Bulfin, 1997). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa prioritas B21 Digital Printing dalam meningkatkan kepuasan pelanggan melalui ketepatan waktu pengiriman paling efektif dicapai dengan menerapkan metode penjadwalan Earliest Due Date (EDD).

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K. R. (2009). *Introduction to Sequencing and Scheduling*.
- Heizer, J., Render, B., M., C. (2017). (t.t.). *Operations Management (12th ed.)*. Pearson Education.
- Hill, T. & Hill, A. (t.t.). *Operations Management 3rd Edition*.
- Indah Suprihatin. (t.t.). *ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE FCFS (FIRST COME FIRST SERVED), SPT (SHORT PROCESSING TIME), LPT (LONGEST PROCESSING TIME) DAN EDD (EARLIEST DUE DATE) PADA IYAN JAYA GARMENT JEMBER*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/76054>
- Lee J krajewski. (t.t.). *Operations management: Strategy and analysis*. https://slims.unib.ac.id/index.php?p=show_detail&id=15924

- Lestari N, A., B. (t.t.). *Pengaruh Penjadwalan Produksi terhadap Efisiensi Proses dalam Industri Percetakan*. 10(3), 210–218. <https://doi.org/10.31291/jiti.v10i3.210>
- Lusiana Fatika Sari^{1*}, Nani Asyafi'iyah², & Siti Nur Mahmudah³. (t.t.). *PERAN PENGENDALIAN DAN PENGAWASAN PRODUKSI DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK PADA DEPO AIR MINUM "BAROKAH WATER."* Vol. 12 No. 02.
- Putra Y, S. (t.t.). *Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode FCFS, SPT, dan EDD untuk Meminimalkan Waktu Tunggu pada Industri Percetakan Digital*.
- Sari, D. R, N., Y. (t.t.). *Evaluasi Kinerja Produksi dengan Pendekatan Kapasitas Tersedia pada UKM Percetakan*. 5(2), 112-120. <https://doi.org/10.54321/jmp.v5i2.112>
- Supriadi, L. (t.t.). *Analisis Sistem Penjadwalan Produksi Berdasarkan Pesanan Pelanggan dengan Metode FCFS, LPT, SPT dan EDD Pada PD. X*. <https://doi.org/10.30998/joti.v1i2.3840>
- Widodo, T, P., A. (t.t.). *Analisis Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Group Scheduling untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu*. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 8(1), 45–52. <https://doi.org/10.22146/jrsi.2019.45>