

## Analisis Penjadwalan Produksi Kaos Menggunakan Metode SPT, EDD dan *Bottleneck Scheduling*

Maulida Boru Butar Butar<sup>1\*</sup>, Alsen Medikano<sup>2</sup>, Yahya Zulkarnain<sup>3</sup>

<sup>1,2,3\*</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Gunadarma, Indonesia

Jalan Margonda Raya No 100, Depok, Indonesia

Korespondensi penulis: [maulida\\_b@staff.gunadarma.ac.id](mailto:maulida_b@staff.gunadarma.ac.id)

**Abstract.** *The textile and garment industry in Indonesia, particularly t-shirt production, has experienced significant growth in recent years. To remain competitive in the increasingly tight market, companies must enhance production efficiency, with production scheduling being a key element. This paper explores three different scheduling methods—Shortest Processing Time (SPT), Earliest Due Date (EDD), and Bottleneck Scheduling—applied to a t-shirt production facility in Depok, Indonesia. Each method's impact on production efficiency, including makespan, tardiness, and resource utilization, was analyzed using actual production data. The results showed that while SPT minimizes makespan, it can increase tardiness, whereas EDD effectively addresses due dates but may not optimize makespan as well. Bottleneck Scheduling, focusing on managing production bottlenecks, helps streamline the production flow but does not eliminate tardiness entirely. By comparing these methods, this study provides insights into how appropriate scheduling can optimize production processes and improve customer satisfaction in the t-shirt manufacturing industry.*

**Keywords:** *Bottleneck Scheduling, Earliest Due Date, Scheduling, Shortest Processing Time*

**Abstrak.** Industri tekstil dan pakaian jadi di Indonesia, khususnya produksi kaos, telah mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Untuk tetap bersaing di pasar yang semakin ketat, perusahaan harus meningkatkan efisiensi produksi, di mana penjadwalan produksi menjadi faktor kunci. Penelitian ini mengkaji tiga metode penjadwalan yang berbeda—*Shortest Processing Time* (SPT), *Earliest Due Date* (EDD), dan *Bottleneck Scheduling*—yang diterapkan pada pabrik produksi kaos di Depok, Indonesia. Dampak dari masing-masing metode terhadap efisiensi produksi, termasuk makespan, keterlambatan, dan pemanfaatan sumber daya, dianalisis menggunakan data produksi aktual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun metode SPT meminimalkan makespan, metode ini dapat meningkatkan keterlambatan. Sementara itu, metode EDD lebih efektif dalam memenuhi tenggat waktu, namun tidak seoptimal SPT dalam mengurangi makespan. *Bottleneck Scheduling*, yang berfokus pada pengelolaan titik *bottleneck* dalam proses produksi, dapat meningkatkan aliran produksi namun tidak sepenuhnya menghilangkan keterlambatan. Dengan membandingkan ketiga metode ini, penelitian ini memberikan wawasan tentang bagaimana penjadwalan yang tepat dapat mengoptimalkan proses produksi dan meningkatkan kepuasan pelanggan di industri produksi kaos.

**Kata kunci:** *Bottleneck Scheduling, Earliest Due Date, Penjadwalan, Shortest Processing Time*

## 1. LATAR BELAKANG

Industri konveksi di Indonesia, khususnya produksi kaos, mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, sektor tekstil dan pakaian jadi menyumbangkan lebih dari \$2 miliar dalam ekspor, mencerminkan daya saing yang terus berkembang di pasar global ([BPS, 2024](#)). Persaingan yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksinya ([Sarasi, Primiana, Harsanto, & Satyakti, 2024](#)). Penjadwalan produksi menjadi salah satu instrumen penting dalam upaya mencapai tujuan tersebut. Penjadwalan yang efektif tidak hanya bergantung pada waktu penyelesaian pekerjaan, tetapi juga mempertimbangkan faktor-faktor kritis lainnya seperti kapasitas mesin, waktu proses, ketersediaan bahan baku, dan keterampilan sumber daya manusia ([Baker & Trietsch, 2018](#)).

Dalam konteks industri kaos, penjadwalan yang tepat di pabrik memiliki pengaruh langsung terhadap kecepatan produksi, kepuasan pelanggan, dan profitabilitas Perusahaan ([Ilmi et al., 2025](#)). Produksi kaos sendiri memiliki kompleksitas yang tidak sedikit, mulai dari desain, pemotongan, hingga tahap penyelesaian. Oleh karena itu, penggunaan sistem penjadwalan yang terorganisir dengan baik sangat diperlukan untuk memenuhi berbagai permintaan yang datang dari pasar serta untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia. Sebuah penjadwalan yang efisien dapat meminimalkan waktu tunggu, mengurangi keterlambatan, dan meningkatkan output keseluruhan, yang pada gilirannya akan meningkatkan daya saing dan keberlanjutan perusahaan dalam jangka Panjang ([Kholil, Haekal, Prasetyo, & Hasan, 2020](#); [Muzammil, 2023](#)).

Tiga metode penjadwalan yang akan digunakan, yaitu *Shortest Processing Time* (SPT), *Earliest Due Date* (EDD), dan *Bottleneck Scheduling*. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahan yang dapat berpengaruh pada hasil akhir penjadwalan. Usaha konveksi yang memproduksi kaos di kecamatan Beji, Depok diteliti, setiap pemesanan akan dilakukan penjadwalan agar dapat terpenuhi tanpa keterlambatan. Saat ini, perusahaan menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS), di mana pesanan diproduksi berdasarkan urutan masuknya. Meskipun metode ini sederhana dan mudah

diimplementasikan, terdapat beberapa kelemahan, seperti potensi antrian yang panjang dan kurangnya fleksibilitas dalam menangani pesanan mendesak. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mempertimbangkan metode alternatif, seperti SPT yang memprioritaskan pekerjaan dengan waktu pemrosesan terpendek, EDD yang fokus pada tenggat waktu, dan *Bottleneck Scheduling* yang membantu mengelola titik lemah dalam proses produksi, untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Metode SPT, yang memprioritaskan pekerjaan dengan waktu pemrosesan terpendek, dapat secara signifikan mengurangi *makespan* dalam sistem produksi. Penggunaan SPT dalam penjadwalan produksi dapat meminimalkan keterlambatan dan meningkatkan efisiensi, terutama ketika terdapat variasi waktu yang besar antar pekerjaan ([Harto, Garside, & Utama, 2016](#)). Selain itu, SPT dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional sebuah perusahaan ([Setiawan, Tan, & Prilianti, 2018](#)). Namun, keterbatasan utama dari SPT adalah potensi untuk meningkatkan total *tardiness* ketika fokus hanya pada penyelesaian pekerjaan tercepat tanpa mempertimbangkan *due date* ([Livia & Oktiarso, 2017](#)).

Di sisi lain, metode EDD menekankan pada penyelesaian pekerjaan sesuai dengan tenggat waktu yang telah ditetapkan, sehingga mengurangi kemungkinan keterlambatan dalam pengiriman produk. Dengan menggunakan metode EDD, perusahaan dapat lebih baik dalam menjadwalkan pekerjaan sehingga memenuhi target waktu dalam pengiriman ([Wasito, Budiman, Juniarti, & Sarman, 2024](#)). Meskipun EDD dapat membantu mengurangi total *tardiness*, tidak jarang metodenya kurang efektif dalam mengoptimalkan *makespan* dibandingkan dengan SPT ([Prasetyo & Winardi, 2023](#)).

*Bottleneck Scheduling* adalah metode penjadwalan yang berfokus pada mengidentifikasi dan mengelola titik terlemah dalam proses produksi, yang berpotensi menyebabkan penundaan di seluruh proses jadwal. Dengan mengelola *bottleneck*, perusahaan dapat secara efektif meningkatkan aliran produksi dan mengurangi waktu siklus keseluruhan ([Husen, Masudin, & Utama, 2015](#)). Strategi ini membantu perusahaan untuk lebih responsif terhadap permintaan pasar dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Dalam praktiknya, pilihan metode penjadwalan yang tepat sangat bergantung pada konteks spesifik dan karakteristik pekerjaan. Dampak dari masing-masing metode ini perlu dievaluasi berdasarkan ukuran lot, variasi dalam waktu pemrosesan, dan batas waktu pengiriman. Penelitian oleh Prastyabudi *et al.* menunjukkan bahwa penerapan metode yang sesuai dengan kondisi produksi yang spesifik dapat membantu meningkatkan kinerja keseluruhan Perusahaan ([Prastyabudi, Adiyanto, & Adityo, 2019](#)).

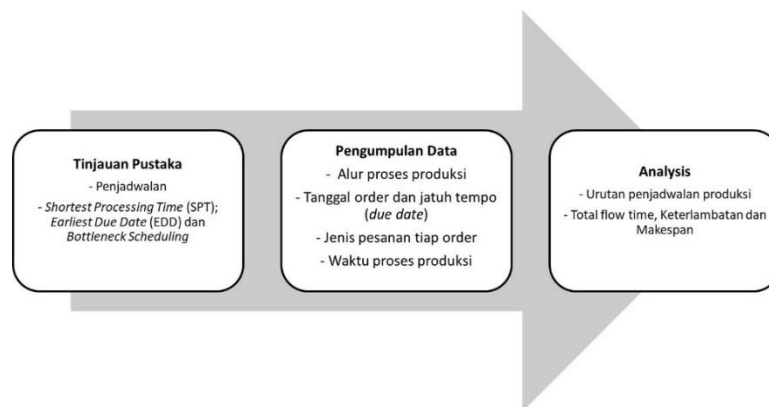
Kombinasi dari semua metode ini juga dapat dipertimbangkan untuk mencapai hasil yang optimal, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian oleh Ginting dan Bayu yang mengimplementasikan algoritma genetik untuk mengintegrasikan kelebihan dari beberapa metode penjadwalan dalam konteks produksi yang kompleks ([Ginting & Bayu, 2019](#)).

Beberapa studi menunjukkan bahwa penjadwalan yang efisien dapat meminimalkan waktu tunggu, mengurangi keterlambatan, dan meningkatkan *output* keseluruhan. Penerapan teknologi informasi dalam penjadwalan produksi dapat mengurangi waktu idle mesin hingga 25%, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan daya saing perusahaan ([Parente, Figueira, Amorim, & Marques, 2020](#)).

Secara keseluruhan, pemilihan metode penjadwalan produksi kaos yang tepat akan sangat menentukan efisiensi operasional dan kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu. Setiap metode penjadwalan memiliki keunggulan dan tantangan tersendiri, sehingga pemahaman mendalam tentang karakteristik produksi adalah kunci dalam memilih pendekatan yang paling efektif.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan penjadwalan produksi kaos menggunakan data aktual dari industri konveksi. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses produksi kaos pada konveksi terletak di Kecamatan Cimanggis, Kota Depok.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Pengumpulan data melibatkan observasi langsung untuk memahami alur proses produksi, waktu proses setiap tahap, dan kapasitas mesin yang tersedia. Data yang dikumpulkan akan mencakup informasi detail mengenai waktu pemrosesan setiap pekerjaan, tanggal jatuh tempo (*due date*), urutan operasi, dan sumber daya yang tersedia. Selanjutnya, data tersebut akan digunakan untuk memodelkan skenario penjadwalan menggunakan metode SPT, EDD, dan *Bottleneck Scheduling*.

Metode SPT akan digunakan untuk meminimalkan waktu penyelesaian total dengan memprioritaskan pekerjaan dengan waktu pemrosesan lebih pendek. Sementara itu, metode EDD akan mengatur pekerjaan berdasarkan urutan tanggal jatuh tempo untuk meminimalkan keterlambatan. Sedangkan *Bottleneck Scheduling* akan fokus pada identifikasi dan penanganan hambatan atau bottleneck dalam proses produksi untuk meningkatkan efisiensi. Hasil evaluasi yang mencakup waktu penyelesaian total (*makespan*), utilisasi sumber daya, dan tingkat keterlambatan akan dianalisis untuk menentukan metode penjadwalan yang paling optimal bagi industri konveksi. Berdasarkan hasil analisis tersebut, penelitian ini akan memberikan rekomendasi mengenai metode penjadwalan yang paling efektif untuk diterapkan dalam sistem produksi kaos.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dijelaskan terlebih dahulu mengenai proses produksi kaos yang berlangsung di pabrik konveksi yang diteliti, yang meliputi tahap-tahap utama dari pemotongan bahan baku hingga pengemasan. Setelah itu, hasil penerapan metode

penjadwalan pada setiap tahap produksi akan dibahas. Analisis dilakukan untuk membandingkan efektivitas masing-masing metode dalam mengurangi waktu penyelesaian (*makespan*) dan meminimalkan keterlambatan (*tardiness*). Pembahasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana berbagai metode penjadwalan dapat mempengaruhi kinerja keseluruhan dalam proses produksi kaos.

## Proses Produksi

Proses produksi kaos dimulai dengan tahap pemotongan bahan baku kain. Pada tahap ini, kain yang telah dipilih untuk produksi kaos dipotong sesuai dengan pola atau desain yang telah ditentukan sebelumnya. Mesin yang digunakan pada tahap ini adalah mesin pemotong kain (*Fabric Cutting Machine*), yang mampu memotong beberapa lapisan kain sekaligus untuk meningkatkan efisiensi. Pemotongan ini biasanya memakan waktu sekitar 30 menit hingga 1 jam, tergantung pada kompleksitas desain dan jumlah kain yang dipotong.

Setelah proses pemotongan selesai, tahap berikutnya adalah penjahitan. Pada tahap ini, potongan-potongan kain yang telah dipotong dijahit bersama untuk membentuk kaos. Mesin yang digunakan pada tahap penjahitan adalah mesin jahit industri (*Industrial Sewing Machine*), seperti mesin jahit lurus (*single-needle*), mesin jahit *overlock*, atau mesin jahit dua jarum untuk keperluan tertentu. Proses ini membutuhkan waktu antara 2 hingga 4 jam per unit, tergantung pada desain dan tingkat kerumitan jahitan pada kaos tersebut.

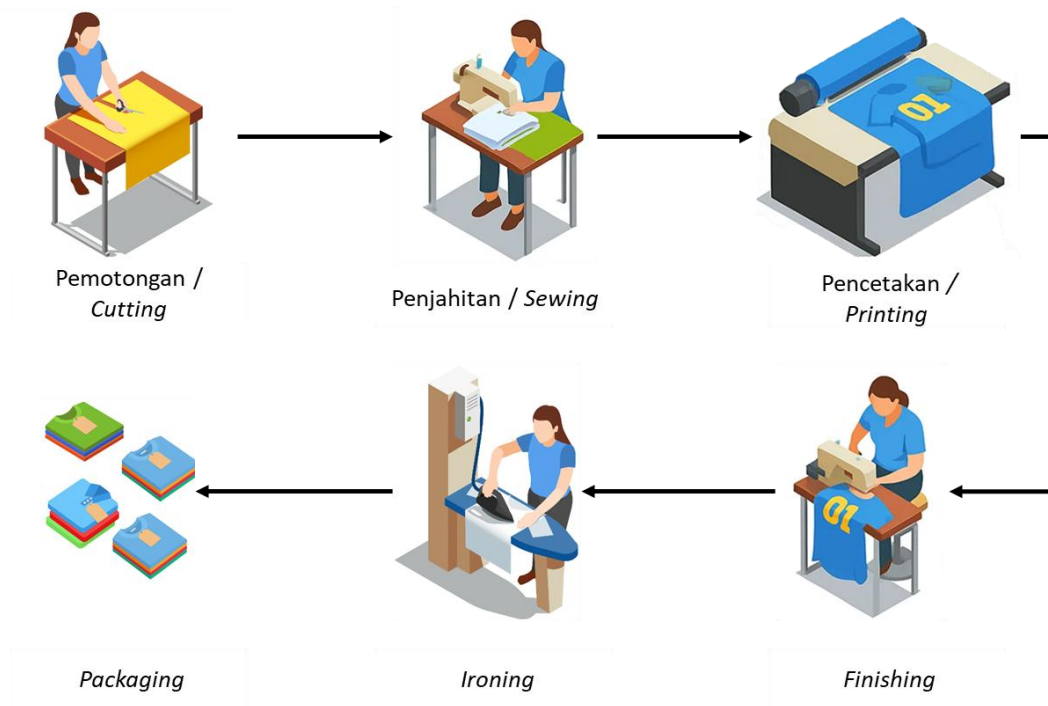
Selanjutnya, setelah kaos selesai dijahit, tahap berikutnya adalah pencetakan atau embroidery. Proses ini melibatkan penambahan desain atau logo pada kaos menggunakan teknik seperti sablon atau digital printing. Mesin yang digunakan pada tahap ini adalah mesin sablon (*Screen Printing Machine*) atau mesin digital printing (*Digital Printing Machine*), yang memungkinkan pencetakan desain dengan tingkat presisi tinggi. Proses pencetakan ini memakan waktu sekitar 1 hingga 2 jam, tergantung pada ukuran dan kompleksitas desain yang diterapkan pada kaos.

Setelah desain tercetak, kaos kemudian menjalani tahap *finishing*, di mana setiap aspek akhir dari produk diperiksa dan diselesaikan, seperti memperbaiki jahitan yang

longgar atau menambah label. Proses ini juga termasuk pengecekan kualitas secara menyeluruh. Mesin jahit *finishing* digunakan untuk memastikan kualitas jahitan pada bagian akhir, seperti penambahan label atau elemen dekoratif lainnya. Waktu yang dibutuhkan untuk tahap *finishing* ini biasanya sekitar 0,5 hingga 1 jam.

Kemudian, kaos yang telah selesai melalui semua tahap produksi akan melanjutkan ke tahap setrika. Pada tahap ini, mesin setrika uap (*Steam Ironing Machine*) digunakan untuk menghilangkan kerutan pada kaos dan memberikan hasil akhir yang rapi serta tampilan yang lebih halus. Proses setrika ini penting untuk memastikan kaos siap untuk dipasarkan atau dikirim ke konsumen. Durasi proses setrika ini biasanya memakan waktu sekitar 0,5 hingga 1 jam per unit.

Tahap terakhir dalam proses produksi kaos adalah pengemasan. Setelah kaos selesai disetrika, kaos dilipat dan dikemas dengan rapi untuk memastikan produk sampai ke konsumen dalam kondisi baik. Mesin pengepakan (*Packing Machine*) digunakan untuk melipat kaos dan memasukkannya ke dalam plastik atau kemasan yang sesuai. Proses pengemasan ini relatif cepat, membutuhkan waktu sekitar 0,5 hingga 1 jam untuk setiap *batch*, tergantung pada jumlah kaos yang harus dikemas. Proses produksi kaos dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Alur Produksi Kaos

Secara keseluruhan, proses produksi kaos di konveksi X melibatkan beberapa tahap penting yang saling terkait, masing-masing dengan mesin khusus yang digunakan untuk memastikan kualitas dan efisiensi produksi. Mesin-mesin yang digunakan di setiap tahap bertujuan untuk mempercepat proses, mengurangi kesalahan manusia, dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Dengan memanfaatkan mesin yang tepat dan mengoptimalkan setiap tahap produksi, konveksi X dapat meningkatkan produktivitas dan menghasilkan kaos dengan kualitas yang konsisten.

### Stasiun Kerja

Proses produksi kaos memiliki beberapa stasiun kerja dengan mesin khusus untuk memastikan efisiensi dan kualitas hasil produksi. Setiap stasiun kerja memiliki peran dan mesin yang disesuaikan dengan tahap produksi. Tabel 1 menjelaskan mengenai stasiun kerja dan mesin yang digunakan pada setiap tahap produksi kaos.

**Tabel 1.** Tabel Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Mesin	Proses	Penjelasan
SK 1	M1	Pemotongan	Pemotongan kain sesuai pola/design
SK 2	M2	Penjahitan	Penjahitan potongan kain menjadi kaos
SK 3	M3	Pencetakan	Pencetakan desain/logonya
SK 4	M4	<i>Finishing</i>	<i>Finishing</i> dan pemeriksaan kualitas
SK 5	M5	<i>Ironing</i>	Setrika untuk menghilangkan kerutan
SK 6	M6	<i>Packing</i>	Pengemasan

### Data Pemesanan

Dalam analisis penjadwalan produksi, data pemesanan merupakan informasi penting yang menggambarkan jumlah pesanan, jenis kaos, serta tenggat waktu pengiriman yang harus dipenuhi. Data ini digunakan untuk memodelkan skenario penjadwalan dan menentukan prioritas produksi berdasarkan berbagai variabel seperti tipe pesanan, jumlah unit, dan *due date*. Tabel 2 memberikan informasi tipe pemesanan dan Tabel 3 menunjukkan kapan pemesanan dibuat, jumlah serta *due date*-nya.



**Tabel 2.** Tipe dan Kode Pesanan

<b>Tipe Pesanan</b>	<b>Kode Pesanan</b>	<b>Pesanan</b>	<b>Keterangan</b>
A	001, 003, 014, 016, 017, 018, 019	Kaos lengan pendek dengan desain sederhana	Kaos dengan kerah bulat, lengan pendek, berbahan katun, dilengkapi dengan gambar pada bagian belakang dan/atau logo di bagian dada, menggunakan tiga warna
B	002	Kaos lengan pendek dengan desain kompleks	Kaos dengan kerah bulat, lengan pendek, berbahan katun, dilengkapi dengan gambar pada bagian dada atau belakang menggunakan maksimal delapan warna
C	004, 005, 012, 015	Kaos lengan pendek polos tanpa logo	Kaos dengan kerah bulat, lengan pendek tanpa logo
D	006, 007	Kaos lengan panjang polos tanpa logo	Kaos dengan kerah bulat, lengan panjang tanpa logo
E	008, 009	Kaos V-neck tanpa logo	Kaos dengan model kerah V, lengan pendek, polos, berbahan katun, tanpa logo.
F	010, 020	Kaos V-neck dengan logo	Kaos dengan model kerah V, lengan pendek, polos, berbahan katun, dengan logo di bagian dada menggunakan tiga warna
G	011, 013	Kaos <i>tank top</i>	Kaos model <i>tank top</i> , polos, tanpa logo

**Tabel 3.** Jumlah dan *Due Date* Pesanan

<b>Kode Pesanan</b>	<b><i>Date of Order</i></b>	<b>Jumlah</b>	<b><i>Due Date</i></b>	<b>Kode Pesanan</b>	<b><i>Date of Order</i></b>	<b>Jumlah</b>	<b><i>Due Date</i></b>
001	2	100	6	011	16	150	23
002	4	100	8	012	17	200	21
003	5	150	8	013	17	100	22
004	6	120	10	014	20	120	23
005	8	150	10	015	20	100	28
006	8	180	12	016	21	150	25
007	10	200	15	017	22	150	29
008	11	100	20	018	23	200	27
009	13	100	18	019	24	150	30
010	15	100	20	020	25	150	30

### Waktu Tiap Pesanan pada Tiap Stasiun Kerja

Untuk menganalisis efisiensi penjadwalan produksi, penting untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh setiap pesanan pada masing-masing stasiun kerja. Data ini mencakup durasi waktu yang dibutuhkan pada setiap tahap produksi, mulai dari pemotongan, penjahitan, pencetakan, *finishing*, setrika, hingga pengemasan. Tabel 4 menunjukkan rincian waktu yang diperlukan untuk setiap pesanan pada masing-masing stasiun kerja.

**Tabel 4.** Waktu Pada Tiap Stasiun Kerja

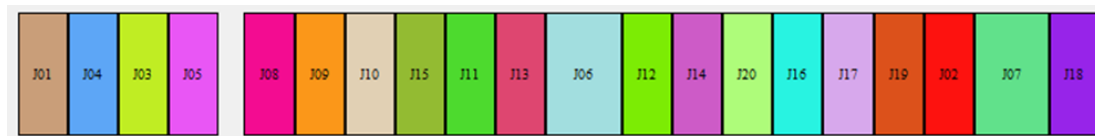
Kode Pesanan	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6	Total (Jam)
001	2	4	1	1	1	1	10
002	2	4	4	2	1	1	14
003	2	5	2	2	1	1	13
004	2	5	0	1	1	1	10
005	2	5	0	1	1	1	10
006	3	6	0	1	1	1	12
007	3	7	0	1	2	1	14
008	2	4	0	1	1	1	9
009	2	4	0	1	1	1	9
010	2	4	1	1	1	1	10
011	2	5	0	1	1	1	10
012	2	7	0	1	1	1	12
013	2	4	0	1	2	1	10
014	2	5	2	1	1	1	12
015	2	4	0	1	1	1	9
016	2	5	2	2	1	1	13
017	2	5	2	2	1	1	13
018	2	7	2	2	2	1	16
019	2	5	2	2	1	1	13
020	2	5	2	1	1	1	12

Berdasarkan seluruh data pemesanan dan waktu yang telah diolah sebelumnya, pada bagian ini akan dianalisis hasil penerapan tiga metode penjadwalan, yaitu *Shortest Processing Time* (SPT), *Earliest Due Date* (EDD), dan *Bottleneck Scheduling*, pada proses produksi kaos.

### ***Shortest Processing Time (SPT)***

Metode ini memprioritaskan pekerjaan dengan waktu pemrosesan terpendek terlebih dahulu. pesanan dengan waktu proses yang lebih singkat akan diselesaikan terlebih dahulu, memungkinkan lebih banyak pesanan untuk diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat. Berdasarkan data yang telah diolah sebelumnya, urutan pekerjaan yang dihasilkan dengan metode SPT adalah sebagai berikut:

**01-04-03-05-08-09-10-15-11-13-06-12-14-20-16-17-19-02-07-18**



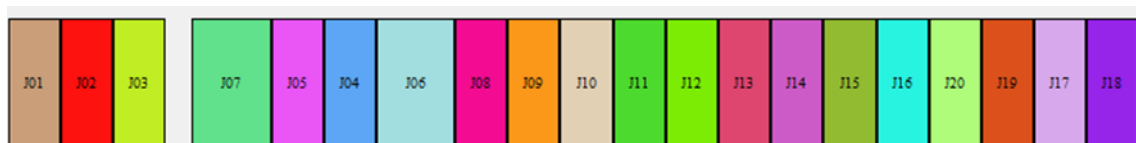
**Gambar 3.** Urutan Pesanan dengan Metode SPT

Urutan ini menunjukkan bagaimana setiap pesanan diprioritaskan berdasarkan waktu pemrosesan yang paling singkat. Misalnya, pesanan dengan kode 01 memiliki waktu pemrosesan tercepat dan karenanya diprioritaskan untuk dikerjakan terlebih dahulu. Setelah pesanan 01 selesai, pesanan dengan kode 04 akan dikerjakan, dan seterusnya, hingga seluruh pesanan selesai diproses.

### ***Earliest Due Date (EDD)***

Dalam pendekatan ini, pesanan yang memiliki tenggat waktu paling dekat akan diprioritaskan untuk diselesaikan terlebih dahulu, dengan tujuan untuk mengurangi keterlambatan (*tardiness*) dan memastikan bahwa pekerjaan diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan data yang telah diolah sebelumnya, urutan pekerjaan yang dihasilkan dengan metode EDD adalah sebagai berikut:

**01-02-03-07-05-04-06-08-09-10-11-12-13-14-15-16-20-19-17-18**



**Gambar 4.** Urutan Pesanan dengan Metode EDD

Urutan ini menunjukkan bahwa pekerjaan dengan tenggat waktu paling awal, seperti pesanan 01, akan diproses pertama kali. Setelah pesanan 01 selesai, pesanan dengan tenggat waktu berikutnya, yaitu 02, akan diprioritaskan, dan seterusnya, hingga semua pesanan selesai diproses. Dalam metode EDD, penting untuk dicatat bahwa fokus utama adalah pada pemenuhan tenggat waktu, bukan pada waktu pemrosesan yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan.

### ***Bottleneck Scheduling***

Dalam konteks penjadwalan, *bottleneck* merupakan tahap atau sumber daya yang memiliki kapasitas terbatas, sehingga dapat memperlambat atau menahan proses produksi di seluruh sistem. Dengan mengelola *bottleneck* secara efektif, perusahaan dapat meningkatkan aliran produksi, mengurangi waktu siklus, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia. Berdasarkan data yang telah diolah sebelumnya, urutan pekerjaan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Bottleneck Scheduling* adalah sebagai berikut:

**02-01-03-07-05-06-04-10-12-08-09-11-13-14-18-16-19-20-17-15**



**Gambar 5.** Urutan Pesanan dengan Metode *Bottleneck Scheduling*

Urutan ini menunjukkan bagaimana pekerjaan diprioritaskan dengan fokus pada mengelola *bottleneck* di setiap stasiun kerja. Pekerjaan yang diprioritaskan pertama kali adalah yang terkait dengan titik *bottleneck* yang dapat memperlambat seluruh proses produksi.

### **Pembahasan**

Berdasarkan hasil penjadwalan yang diterapkan pada ketiga metode, yaitu SPT, EDD, dan *Bottleneck Scheduling*, terlihat perbedaan dalam hal *Flow Time*, *Makespan*, jumlah pekerjaan terlambat, serta *Tardiness*. Perbandingan dari ketiga metode dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perbandingan Metode

Metode	<i>Flow Time</i>	<i>Makespan</i>	<i>Number of Late Job</i>	<i>Flow Time</i>	<i>Max Tardiness</i>	<i>Total Tardiness</i>
SPT	1159	111	18	1159	97	739
EDD	1198	111	20	1198	81	774
Bottleneck	1121	111	20	1224	81	697

Metode SPT menghasilkan *flow time* sebesar 1159 dan *makespan* sebesar 111. Meskipun demikian, metode ini menghasilkan 18 pekerjaan terlambat, dan total *tardiness* sebesar 739. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun SPT efektif dalam meminimalkan waktu penyelesaian total (*makespan*), namun cenderung menghasilkan keterlambatan pada pekerjaan yang memiliki tenggat waktu lebih ketat. Kelemahan ini terjadi karena SPT lebih mengutamakan pekerjaan dengan waktu proses singkat tanpa mempertimbangkan tenggat waktu yang mendekat, sehingga mengarah pada keterlambatan pada pekerjaan dengan prioritas tenggat waktu yang lebih ketat.

Metode EDD, yang lebih fokus pada pemenuhan tenggat waktu, menghasilkan *flow time* sebesar 1198 dan *makespan* 111. Meskipun EDD mengurangi keterlambatan, dengan hanya 81 *max tardiness* dan *total tardiness* 774, metode ini memprioritaskan pekerjaan yang harus diselesaikan lebih cepat, namun sedikit mengorbankan efisiensi waktu penyelesaian secara keseluruhan. Dengan memberikan prioritas pada pekerjaan dengan tenggat waktu lebih cepat, EDD mengurangi keterlambatan, namun meningkatkan waktu tunggu untuk pekerjaan lainnya.

Sementara itu, *Bottleneck Scheduling* menunjukkan hasil *flow time* sebesar 1121 dan *makespan* yang sama, yaitu 111, dengan 20 pekerjaan terlambat. Meskipun jumlah keterlambatan sama dengan EDD, *max tardiness* dan *total tardiness* pada metode ini lebih rendah, yaitu 81 dan 697. Hal ini menunjukkan bahwa *Bottleneck Scheduling* efektif dalam mengelola titik *bottleneck* dalam proses produksi, yang memungkinkan aliran produksi lebih lancar meskipun tidak sepenuhnya menghindari keterlambatan. Meskipun jumlah pekerjaan terlambat sama dengan EDD, *Bottleneck Scheduling* lebih efektif dalam mengelola hambatan pada proses produksi, yang memungkinkan aliran produksi lebih lancar dan mengurangi dampak negatif dari bottleneck. Hal ini menunjukkan bahwa

*Bottleneck Scheduling* tidak sepenuhnya menghilangkan keterlambatan, tapi dapat mengurangi dampak keterlambatan tersebut pada keseluruhan proses produksi

Secara keseluruhan, SPT memiliki keunggulan dalam mengurangi *flow time* dan *makespan*, tetapi menghasilkan lebih banyak keterlambatan. EDD lebih efektif dalam mengurangi keterlambatan, namun sedikit mengorbankan efisiensi waktu penyelesaian. Sementara itu, *Bottleneck Scheduling* memberikan hasil yang lebih baik dalam mengurangi total *tardiness*, meskipun tidak sepenuhnya mengoptimalkan waktu penyelesaian produksi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan tiga metode penjadwalan, yaitu *Shortest Processing Time* (SPT), *Earliest Due Date* (EDD), dan *Bottleneck Scheduling*, dapat disimpulkan bahwa *Bottleneck Scheduling* adalah metode yang paling cocok diterapkan untuk perusahaan konveksi. Metode ini efektif dalam mengidentifikasi dan mengelola titik *bottleneck* dalam proses produksi, yang dapat memperlancar aliran produksi dan mengurangi waktu siklus secara keseluruhan. Meskipun SPT mengurangi *flow time* dan *makespan* dengan efektif, namun metode ini menyebabkan keterlambatan pada pekerjaan dengan tenggat waktu yang ketat. Sementara itu, EDD lebih fokus pada pemenuhan tenggat waktu, namun tidak selalu optimal dalam mengurangi waktu penyelesaian total. Oleh karena itu, untuk perusahaan konveksi yang membutuhkan efisiensi produksi dan pengelolaan *bottleneck* yang baik, *Bottleneck Scheduling* memberikan hasil yang lebih baik dalam mengurangi total *tardiness* dan meningkatkan aliran produksi.

Selanjutnya, perusahaan dapat mempertimbangkan kombinasi beberapa metode penjadwalan, seperti menggabungkan SPT untuk meminimalkan waktu penyelesaian dan EDD untuk memastikan tenggat waktu dapat dipenuhi dengan baik. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas dalam menangani pesanan dengan tenggat waktu yang berbeda-beda, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan. Perusahaan sebaiknya juga melakukan evaluasi berkala terhadap metode penjadwalan yang digunakan, mengingat perubahan dalam kapasitas produksi dan permintaan pasar yang

dapat memengaruhi efektivitas metode yang diterapkan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa metode yang digunakan tetap relevan dan dapat mengoptimalkan hasil produksi.

## DAFTAR REFERENSI

- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2018). *Principles of sequencing and scheduling*: John Wiley & Sons.
- BPS. (2024). Ekspor Pakaian Jadi (Konveksi) dari Tekstil Menurut Negara Tujuan Utama, 2012-2023. Retrieved from <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAyNiMx/ekspor-pakaian-jadi-konveksi-dari-tekstil-menurut-negara-tujuan-utama-2012-2020.html>
- Ginting, R., & Bayu, B. V. (2019). Penjadwalan Mesin Pada PT. XYZ Dengan Menggunakan Algoritma Genetik. Paper presented at the Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE).
- Harto, S., Garside, A. K., & Utama, D. M. (2016). Penjadwalan Produksi Menggunakan Algoritma Jadwal Non Delay Untuk Meminimalkan Makespan Studi Kasus Di Cv. Bima Mebel. *Spektrum Industri*, 14(1), 79. <https://doi.org/10.12928/si.v14i1.3706>
- Husen, M., Masudin, I., & Utama, D. M. (2015). Penjadwalan Job Shop Statik Dengan Metode Simulated Annealing Untuk Meminimasi Waktu Makespan. *Spektrum Industri*, 13(2), 115. <https://doi.org/10.12928/si.v13i2.2689>
- Ilmi, N., Baharuddin, S. R., Ramdhani, I., Riana, R. I., Anwar, F., & Muflihat, S. (2025). *Manajemen Produksi*: Penerbit NEM.
- Kholil, M., Haekal, J., Prasetyo, D., & Hasan, S. (2020). The Lean Manufacturing Design For Improving Production Scheduling Using Product Wheel Method In Chemical Manufacturing Company, Indonesia. *International Journal of Engineering Research Advanced Technology*, 6(8), 12-18.
- Livia, C. Y., & Oktiarso, T. (2017). Penjadwalan Untuk Meminimalkan Total Tardiness Dengan Metode Integer Linear Programming. *Jurnal Teknik Industri*, 18(2), 127-137. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol18.no2.127-137>

- Muzammil, A. (2023). Analisis Penjadwalan Produksi Kaos Dengan Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus: Al Ghani Konveksi). *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 4(2), 148-159.
- Parente, M., Figueira, G., Amorim, P., & Marques, A. (2020). Production scheduling in the context of Industry 4.0: review and trends. *International Journal of Production Research*, 58(17), 5401-5431.
- Prasetyo, H. A., & Winardi, R. R. (2023). Analisis Perbandingan Antara Metode FCFS, SPT Dan EDD Pada Pengolahan Biji Kopi Kering. *BEST Journal*, 6(1), 476-481.
- Prastyabudi, W. A., Adiyanto, O., & Adityo, L. B. (2019). Analisa kapasitas produksi di stasiun perakitan dengan metode penjadwalan deterministik. *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, 3(01), 1-13. <https://doi.org/10.30988/jmil.v3i2.170>
- Sarasi, V., Primiana, I., Harsanto, B., & Satyakti, Y. (2024). Sustainable Supply Chain Of Indonesia's Textile & Apparel Industry: Opportunities And Challenges. *Research Journal of Textile Apparel*, 28(4), 819-838.
- Setiawan, H., Tan, D. F., & Prilianti, K. R. (2018). Implementasi Differential Evolution untuk Optimasi Jadwal Produksi. *Jurnal Buana Informatika*, 9(2), 127-137. <https://doi.org/10.24002/jbi.v9i2.1716>
- Wasito, W., Budiman, D. A. N., Juniarti, A. T., & Sarman, R. (2024). Penerapan Sistem Penjadwalan Dengan Metode SPT (Short Processing Time) Dan EDD (Earliest Due Date) Dalam Mengefisienkan Biaya Operasional Dan Sumber Daya Pada Perusahaan PT. Mathar Telekomunikasi Indonesia. *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis*, 8(2), 100-109.