



Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Campbell Dudek Smith* Untuk Meminimasi *Makespan* di CV.YZX

Muhammad Taufiq

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Email: 19032010078@student.upnjatim.ac.id

Endang Pudji Widjajati

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Email: endangpudjiti@gmail.com

Korespondensi penulis: 19032010078@student.upnjatim.ac.id

Abstract. CV YZX is a manufacturing company in the stainless steel hardware sector that specializes in hardware and detailing. This company actively produces for the needs of individual consumers and orders from other companies. One of the problems faced by CV YZX is the use of production machines that are less than optimal at every stage of the production process. Production machine performance that is not optimal can increase the total value of production time (*makespan*), which in turn can cause delays in completing products and delivery to consumers. This research aims to find the minimum total production time value by applying the *Campbell Dudek Smith* method to production scheduling. The calculation results show that by applying the *First Come First Serve* (FCFS) production scheduling method, the company obtained a *makespan* of 39.64 hours. However, by using the proposed method, namely *Campbell Dudek Smith* (CDS) in production scheduling, the results of the *makespan* calculation show a figure of 33.58 hours. A comparison of the two methods shows that the proposed scheduling using the *Campbell Dudek Smith* method has a lower *makespan* value compared to the company method (FCFS), resulting in time savings of 6.06 hours or the equivalent of 15,3%.

Keywords: Production Scheduling, Working Time Measurement, *Campbell Dudek Smith*.

Abstrak. CV YZX merupakan perusahaan manufaktur di sektor *hardware stainless steel* yang mengkhususkan diri dalam *hardware* dan *detailing*. Perusahaan ini aktif memproduksi untuk kebutuhan konsumen perorangan dan pesanan dari perusahaan lain. Salah satu masalah yang dihadapi oleh CV YZX adalah penggunaan mesin produksi yang kurang optimal di setiap tahap proses produksi. Kinerja mesin produksi yang tidak optimal dapat memperbesar nilai total waktu produksi (*makespan*), yang pada gilirannya dapat menyebabkan keterlambatan dalam menyelesaikan produk dan pengiriman kepada konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan nilai total waktu produksi minimum dengan menerapkan metode *Campbell Dudek Smith* dalam penjadwalan produksi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penjadwalan produksi dengan menerapkan metode *First Come First Serve* (FCFS), perusahaan memperoleh *makespan* sebesar 39,64 jam. Namun, dengan menggunakan metode usulan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) dalam penjadwalan produksi, hasil perhitungan *makespan* menunjukkan angka sebesar 33,58 jam. Perbandingan kedua metode tersebut menunjukkan bahwa penjadwalan usulan dengan metode *Campbell Dudek Smith* memiliki nilai *makespan* yang lebih rendah dibandingkan dengan metode perusahaan (FCFS), sehingga menghasilkan penghematan waktu sebesar 6,06 jam atau setara dengan 15,3%.

Kata kunci: Penjadwalan Produksi, Pengukuran Waktu Kerja, *Campbell Dudek Smith*.

LATAR BELAKANG

Penjadwalan pekerjaan dalam sistem produksi merupakan masalah yang sangat penting. Penjadwalan memungkinkan suatu pesanan bisa diselesaikan sesuai dengan perjanjian tenggat waktu yang diberikan. Di samping itu, penggunaan sumber daya dapat ditingkatkan secara maksimal. Untuk mencapai tujuan tersebut, dapat dilaksanakan perencanaan penjadwalan produksi. Penjadwalan yang efektif dalam sistem produksi dapat

mengurangi jumlah produk yang sedang diproses) dan mengurangi waktu produksi yang tidak produktif (Aritonang, 2021).

Dalam proses produksi, permasalahan yang dihadapi oleh CV YZX yaitu pemanfaatan mesin produksi yang kurang optimal dalam setiap pekerjaan di proses produksi. Operasi mesin produksi yang kurang optimal dapat memperbesar nilai total waktu produksi (*makespan*) dalam proses produksi yang menyebabkan keterlambatan waktu penyelesaian dari suatu produk dan pengiriman barang kepada konsumen. Produk yang akan dilakukan pengamatan untuk mengetahui penjadwalan yang sesuai adalah produk karakter kode *expired*. Karakter kode *expired* merupakan produk *sparepart* dari mesin yang digunakan untuk memberikan label ke kemasan makanan ataupun minuman. Produk tersebut merupakan produk yang paling sering dipesan oleh konsumen dalam satu bulan pada CV. YZX tersebut. Sebanyak 1019 pcs total produk karakter kode *expired* yang dihasilkan selama bulan Juli 2023. Dengan dilakukannya penjadwalan produksi, maka total waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan produk dapat berlangsung lebih singkat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian dilakukan untuk mengevaluasi nilai total waktu produksi yang minimal dengan menerapkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dalam penjadwalan produksi. Dalam konteks perusahaan, sistem yang diterapkan adalah *made to order* (dibuat berdasarkan pesanan), yang umumnya digunakan untuk produk yang diproduksi sesuai pesanan terutama untuk produk yang mungkin tidak akan laku terjual jika disimpan dalam stok. Untuk memecahkan permasalahan ini, diperlukan optimisasi waktu proses pada pekerjaan dengan urutan tertentu, sehingga batas waktu proses dapat diminimalkan dan tenggat waktu yang diinginkan oleh pelanggan dapat terpenuhi.

KAJIAN TEORITIS

A. Penjadwalan Produksi

Penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sumber atau mesin yang ada untuk melaksanakan serangkaian pekerjaan dalam kurun waktu tertentu (Nasution, et al, 2017). Tujuannya adalah untuk memaksimalkan efisiensi dan profitabilitas dari kapasitas yang tersedia. Penjadwalan produksi memungkinkan penyelesaian pesanan sesuai kontrak dan optimalisasi alokasi sumber daya. Hal ini dapat dicapai melalui perencanaan jadwal yang efektif dalam proses produksi, dengan tujuan mengurangi produk yang sedang dalam proses (*work in progress*) dan mengurangi waktu menganggur (*idle time*) pada kegiatan produksi.

B. Penjadwalan *Flowshop*

Penjadwalan *flowshop* melibatkan pergerakan kontinu unit melalui sejumlah stasiun kerja yang disusun berdasarkan karakteristik produk. Metode penjadwalan ini umumnya digunakan untuk produk-produk dengan volume tinggi dan desain yang konsisten atau stabil. (Apnena, R. D., 2021). Penjadwalan *flowshop* ditandai dengan adanya alur kerja yang searah dan spesifik (Kulsum, 2018). Tujuan strategi perencanaan proses *flowshop* adalah untuk menghubungkan beberapa aktivitas produksi dan mengatur rute produksi sesuai dengan aktivitas produksi. Sistem produksi *flowshop* ini menggunakan jalur produksi untuk menghasilkan produknya. Semua produk diproduksi menggunakan standar dan proses yang sama (Suradi, 2022).

C. *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Metode *Campbell Dudek Smith* adalah suatu teknik penjadwalan pekerjaan minimal yang melibatkan n pekerjaan dan m mesin, meskipun terdapat kesan seolah-olah terdapat dua mesin untuk setiap n pekerjaan. Metode ini secara khusus digunakan untuk menjadwalkan produksi tipe *flow shop* dengan tujuan meminimalkan total waktu produksi (*makespan*). Proses penjadwalan produksi menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) berfokus pada identifikasi waktu minimum dalam rangkaian produksi, dan dalam konteks ini, melibatkan n pekerjaan dan m mesin.

Untuk langkah pertama dalam penentuan urutan, *Campbell Dudek Smith* menggambarkan bahwa:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pekerjaan ke- i di mesin pertama pada iterasi pertama dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{i,1}^k = t_{i,1} \dots\dots\dots (1.1)$$

2. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pekerjaan ke- i di mesin kedua pada iterasi pertama dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{i,2}^k = t_{i,m} \dots\dots\dots (1.2)$$

Kemudian, untuk urutan kedua dirumuskan sebagai berikut:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pekerjaan ke- i di mesin pertama pada iterasi kedua dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{i,1}^k = t_{i,1} + t_{i,2} \dots\dots\dots (1.3)$$

2. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pekerjaan ke- i di mesin kedua pada iterasi kedua dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{i,1}^k = t_{i,m} + t_{i,m-1} \dots\dots\dots (1.4)$$

Sementara untuk urutan ke- k dirumuskan sebagai berikut:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pekerjaan ke- i di mesin pertama pada iterasi ke- k dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{i,1}^k \sum_{j=1}^k t_{i,j} \dots \dots \dots (1.5)$$

2. Waktu yang dibutuhkan untuk memproses pekerjaan ke- i di mesin kedua pada iterasi ke- k dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{i,2}^k \sum_{j=m+1-k}^k t_{i,j} \dots \dots \dots (1.6)$$

Keterangan:

i = pekerjaan

j = mesin

m = jumlah mesin

$k = \{1,2,3, \dots, (m - 1)\}$ (Antari, 2021).

METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan perhitungan dan analisis data, langkah awal melibatkan pengumpulan data yang relevan untuk penelitian ini, baik dalam bentuk data primer maupun sekunder. Proses pengumpulan bahan penelitian melibatkan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Observasi: langkah ini melibatkan observasi langsung ke perusahaan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan.
2. Identifikasi Masalah: langkah ini bertujuan untuk menemukan penyebab munculnya masalah dan mencari solusi yang tepat.
3. Kajian Pustaka: melibatkan tinjauan terhadap teori-teori yang mendukung penelitian untuk menemukan solusi yang sesuai.
4. Pengumpulan Data: berfokus pada informasi terkait mesin yang digunakan, jenis pekerjaan yang dilakukan, dan waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan.
5. Pengolahan Data: proses ini dilakukan untuk pembuatan penjadwalan dan analisis selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan produk berupa Karakter Kode *Expired* yang melalui berbagai tahapan produksi, termasuk proses pemotongan, penyayatan, dan pelubangan. Berikut adalah data dari daftar *job* yang telah dilakukan:

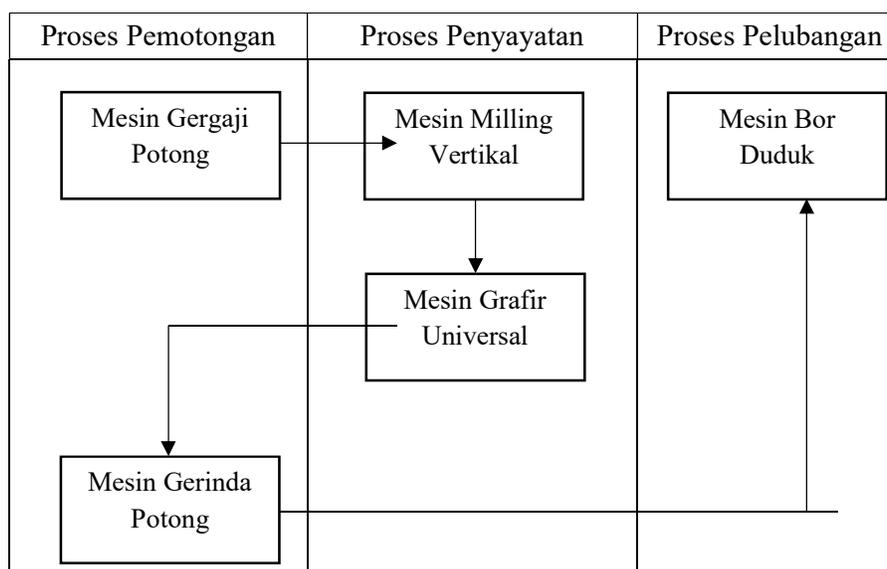
Tabel 1. Daftar *Job* selama Juli 2023

No	Nama Produk	Jumlah Permintaan (Unit)	Due Date
1	Karakter Kode <i>Expired</i>	81	11/ 07/ 2023
2	Karakter Kode <i>Expired</i>	210	13/ 07/ 2023
3	Karakter Kode <i>Expired</i>	230	17/ 07/ 2023
4	Karakter Kode <i>Expired</i>	296	20/ 07/ 2023
5	Karakter Kode <i>Expired</i>	178	21/ 07/2023

Sumber: Data Penelitian

Sedangkan untuk *Flow Shop Process* dari pengerjaan produk adalah sebagai berikut:

Tabel 2. *Flow Shop Process* Karakter Kode *Expired*



Sumber: Data Penelitian

Sebelum menghitung total waktu produksi (*makespan*), langkah awal melibatkan perhitungan waktu kerja dengan menentukan nilai waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku. Berikut adalah rekapitulasi waktu baku untuk seluruh tahapan pembuatan produk:

Tabel 3. Waktu Baku Tiap Produk (*Job*) Pada Tiap Stasiun Kerja (Menit)

Nama <i>Job</i>	No <i>Job</i>	Pemotongan	Penyayatan	Pelubangan
Karakter Kode <i>Expired</i> 11/ 07/ 2023	1	2,04	4,17	1,18

Karakter Kode <i>Expired</i> 13/ 07/ 2023	2	2,04	4,25	1,22
Karakter Kode <i>Expired</i> 17/ 07/ 2023	3	2,12	4,13	1,21
Karakter Kode <i>Expired</i> 20/ 07/ 2023	4	2,10	4,18	1,23
Karakter Kode <i>Expired</i> 21/ 07/ 2023	5	2,03	4,18	1,21

Sumber: Hasil pengolahan data

Nilai waktu baku yang telah didapatkan tersebut kemudian digunakan dalam menghitung nilai total waktu pengerjaan produk. Hasil perhitungan waktu pengerjaan *job* pada setiap stasiun kerja dalam satuan jam adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Total Waktu Pengerjaan *Job* Setiap Stasiun Kerja (Menit)

No <i>Job</i>	Pemotongan	Penyayatan	Pelubangan
1	82,51	169,02	95,98
2	214,58	446,38	255,88
3	243,23	475,24	278,18
4	311,13	617,93	364,53
5	181,07	371,84	215,72

Sumber: Hasil pengolahan data

Hasil dari perhitungan waktu pengerjaan *job* pada setiap stasiun kerja dengan satuan jam adalah sebagai berikut

Tabel 5. Total Waktu Pengerjaan *Job* Setiap Stasiun Kerja (Jam)

No <i>Job</i>	Pemotongan	Penyayatan	Pelubangan
1	1,38	2,82	1,60
2	3,58	7,44	4,26
3	4,05	7,92	4,64
4	5,19	10,30	6,08
5	3,02	6,20	3,60

Sumber: Hasil pengolahan data

Penjadwalan Produksi Metode Perusahaan (FCFS)

Pada kondisi riil diperusahaan dengan menerapkan metode *First Come First Serve* (FCFS), urutan pengerjaan *job* adalah 1-2-3-4-5. Berikut adalah perhitungan terkait:

Makespan stasiun pemotongan untuk *job* 1 = $1,38 + 0 = 1,38$

Makespan stasiun pemotongan untuk *job* 2 = $1,38 + 3,58 = 4,95$

Tabel 6. Total *Makespan* pada stasiun kerja metode FCFS

Stasiun	<i>Job</i>	<i>Makespan</i> (Jam)
1	1	1,38
1	2	4,95

1	3	9,01
1	4	14,19
1	5	17,21
2	1	4,19
2	2	11,63
2	3	19,55
2	4	29,85
2	5	36,05
3	1	5,79
3	2	15,90
3	3	24,19
3	4	35,93
3	5	39,64

Sumber: Hasil pengolahan data

Dari data tabel yang disajikan, hasil perhitungan waktu untuk setiap pekerjaan di setiap stasiun kerja setelah dilakukan penjadwalan menggunakan metode perusahaan menunjukkan *makespan* sebesar 39,64 jam..

Penjadwalan Produksi Metode Usulan *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Langkah – langkah dalam melakukan penjadwalan produksi menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan jumlah iterasi yang perlu dilakukan dengan cara:

$$K = M - 1 = 3 - 1 = 2$$

Berdasarkan perhitungan iterasi sebelumnya, jumlah iterasi yang perlu dilakukan adalah sebanyak 2 tahap.

- b. Perhitungan Iterasi

Iterasi pertama, $k = 1$

$$t_{j,1}^1 = t_{j,1}$$

$$t_{j,2}^1 = t_{j,3}$$

$$t_{j,1}^1, job 1 = 1,38$$

$$t_{j,2}^1, job 1 = 1,60$$

$$t_{j,1}^1, job 2 = 3,58$$

$$t_{j,2}^1, job 2 = 4,26$$

$$t_{j,1}^1, job 3 = 4,05$$

$$t_{j,2}^1, job 3 = 4,64$$

$$t_{j,1}^1, job 4 = 5,19$$

$$t_{j,2}^1, job 4 = 6,08$$

$$t_{j,1}^1, job 5 = 3,02$$

$$t_{j,2}^1, job 5 = 3,60$$

Adapun rekapitulasi dari hasil perhitungan seperti pada tabel berikut:

Tabel 7. Iterasi Pertama Penjadwalan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Job \ Mesin	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^1$	$t_{j,2}^1$
1	1,38	1,60

2	3,58	4,26
3	4,05	4,64
4	5,19	6,08
5	3,02	3,60

Sumber: Hasil pengolahan data

Berdasarkan nilai waktu proses iterasi pertama pada tabel 7., maka dapat dilakukan pengurutan *job* dengan cara memilih nilai waktu *job* terkecil yaitu pada *job* 1 dengan nilai 1,38 jam. Karena terletak pada kolom $t_{j,1}^1$, maka *job* diletakkan di paling awal. Selanjutnya ada pada *job* 5 dengan nilai 3,02 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^1$, maka *job* 5 diletakkan setelah *job* 1. *Job* 2 dengan nilai 3,58 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^1$, maka *job* 2 diletakkan setelah *job* 5. Pada *job* 3 dengan nilai 4,00 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^1$, maka *job* 3 diletakkan setelah *job* 2. *Job* 4 diletakkan di paling akhir dengan nilai 5,18 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^1$.

Dari langkah – langkah tersebut diperoleh urutan pengerjaan *job* pada iterasi 1 adalah 1-5-2-3-4, sehingga untuk total waktu pengerjaan seluruh *job* adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Total *Makespan* Iterasi 1 Metode CDS

No <i>Job</i>	Total Waktu Proses Pengerjaan <i>Job</i> (Jam)		
	Pemotongan	Penyayatan	Pelubangan
1	1,38	4,19	5,79
5	4,39	10,59	14,19
2	7,97	15,42	19,67
3	12,02	19,94	24,58
4	17,21	27,51	33,58

Sumber: Hasil pengolahan data

Hasil perhitungan dari iterasi pertama penjadwalan dengan metode *Campbell Dudek Smith* menunjukkan urutan pengerjaan *job* 1-5-2-3-4 dengan total waktu pengerjaan (*makespan*) sebesar 33,58 jam..

Iterasi 2

$$t_{j,1}^2 = t_{j,1} + t_{j,2}$$

$$t_{j,1}^2, job 1 = 1,38 + 2,82 = 4,19$$

$$t_{j,1}^2, job 2 = 3,58 + 7,44 = 11,02$$

$$t_{j,1}^2, job 3 = 4,05 + 7,92 = 11,97$$

$$t_{j,1}^2, job 4 = 5,19 + 10,30 = 15,48$$

$$t_{j,1}^2, job 5 = 3,02 + 6,20 = 9,22$$

$$t_{j,2}^2 = t_{j,2} + t_{j,3}$$

$$t_{j,2}^2, job 1 = 2,82 + 1,60 = 4,42$$

$$t_{j,2}^2, job 2 = 7,44 + 4,26 = 11,70$$

$$t_{j,2}^2, job 3 = 7,92 + 4,64 = 12,56$$

$$t_{j,2}^2, job 4 = 10,30 + 6,08 = 16,37$$

$$t_{j,2}^2, job 5 = 6,20 + 3,60 = 9,79$$

Rekapitulasi dari hasil perhitungan dapat ditemukan dalam tabel berikut ini.:

Tabel 9. Iterasi Kedua Penjadwalan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Job \ Mesin	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^2$	$t_{j,2}^2$
1	4,19	4,43
2	11,03	11,68
3	11,98	12,62
4	15,48	16,40
5	9,22	9,82

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan nilai waktu proses iterasi kedua pada tabel, maka dapat dilakukan pengurutan *job* dengan cara memilih nilai waktu *job* terkecil yaitu pada *job* 1 dengan nilai 4,19 jam. Karena terletak pada kolom $t_{j,1}^2$, maka *job* diletakkan di paling awal. Selanjutnya ada pada *job* 5 dengan nilai 9,22 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^2$, maka *job* 5 diletakkan setelah *job* 1. *Job* 2 dengan nilai 11,03 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^2$, maka *job* 2 diletakkan setelah *job* 5. Pada *job* 3 dengan nilai 11,98 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^2$, maka *job* 3 diletakkan setelah *job* 2. *Job* 4 diletakkan di paling akhir dengan nilai 15,48 jam dan berada pada kolom $t_{j,1}^2$.

Dari langkah – langkah tersebut diperoleh urutan pengerjaan *job* pada iterasi 2 adalah 1-5-2-3-4, sehingga untuk total waktu pengerjaan seluruh *job* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 10. Total *Makespan* Iterasi 2 Metode CDS

No <i>Job</i>	Total Waktu Proses Pengerjaan <i>Job</i> (Jam)		
	Pemotongan	Penyayatan	Pelubangan
1	1,38	4,19	5,79
5	4,39	10,59	14,19
2	7,97	15,42	19,67
3	12,02	19,94	24,58
4	17,21	27,51	33,58

Sumber: Hasil pengolahan data

Hasil perhitungan pada iterasi kedua penjadwalan metode *Campbell Dudek Smith* menunjukkan urutan pengerjaan *job* 1-5-2-3-4 dengan total waktu pengerjaan (*makespan*) sebesar 33,58 jam. Untuk hasil perhitungan seluruh iterasi dapat ditemukan pada tabel berikut.:

Tabel 11. Hasil perhitungan dari berbagai iterasi

Iterasi (k)	Urutan <i>Job</i>	Nilai <i>Makespan</i> (Jam)
1	1-5-2-3-4	33,58
2	1-5-2-3-4	33,58

Sumber: Pengolahan data

Dari data nilai *Makespan* dengan metode CDS (*Campbell Dudek Smith*) yang telah dilakukan, hasil dari kedua iterasi adalah sama maka diperoleh penjadwalan pada bulan Juli 2023 melalui urutan *job* 1-5-2-3-4 memiliki nilai *makespan* yaitu 33,58 jam.

Perbandingan Metode Perusahaan dan Metode Usulan (CDS)

Dari hasil perhitungan dengan metode *First Come First Serve* (FCFS) dari perusahaan dan perhitungan penjadwalan usulan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Perbandingan Metode Perusahaan dengan Metode *Campbell Dudek Smith*

Metode Penjadwalan	Urutan <i>Job</i>	Nilai <i>Makespan</i> (Jam)
<i>First Come First Serve</i> (FCFS)	1-2-3-4-5	39,72
<i>Campbell Dudek Smith</i> (CDS)	1-5-2-3-4	33,58

Sumber: Hasil pengolahan data

Dari data tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk metode *First Come First Serve* (FCFS) perusahaan, dengan urutan *job* 1-2-3-4-5 menghasilkan nilai *makespan* sebesar 39,64 jam. Sementara itu, perhitungan penjadwalan produksi menggunakan metode usulan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan urutan *job* 1-5-2-3-4 dengan *makespan* sebesar 33,58 jam. Dari kedua metode tersebut, terlihat bahwa penjadwalan yang diusulkan, yaitu metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), menunjukkan nilai *makespan* yang lebih rendah dibandingkan dengan metode perusahaan (FCFS), sehingga menghasilkan penghematan waktu sebesar 6,06 jam atau setara dengan 15,3%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan penjadwalan menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS) oleh perusahaan dan perhitungan penjadwalan yang diusulkan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), dapat disimpulkan bahwa metode *First Come First Serve* (FCFS) oleh perusahaan, dengan urutan pekerjaan 1-2-3-4-5, memiliki nilai *makespan* sebesar 39,64 jam. Sementara itu, perhitungan penjadwalan yang diusulkan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menunjukkan urutan 1-5-2-3-4, dengan hasil *makespan* sebesar 33,58 jam. Dari perbandingan antara kedua metode tersebut, menunjukkan bahwa penjadwalan produksi dengan metode *Campbell Dudek Smith* memiliki nilai *makespan* yang lebih rendah dibandingkan dengan metode perusahaan (FCFS), sehingga menghasilkan penghematan waktu sebesar 6,06 jam atau setara dengan 15,3%.

DAFTAR REFERENSI

- Ambarwati, R, Supardi. 2021. Manajemen Operasi dan Implementasi dalam Industri. Magelang: Pusaka Rumah Cinta.
- Antari, N., Harini, Tastrawati. N. 2021. Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* dan *Dannenbring* dalam Meminimumkan Total Waktu Produksi Beras. *Jurnal Matematika*, 10(4), 215-221.
- Apnena, R. D., 2021. Optimasi Penjadwalan *Flow Shop* Perusahaan Garment dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), Algoritma **Nawaz Ensore Ham** (NEH), dan Algoritma *Pour* dengan Kriteria Minimisasi *Makespan*. *JIEE: Journal of Informatics and Electronics Engineering*, 01(01), 32-35.
- Arifandi, D., Lasalewo, T., Hasanuddin. 2022. Analisis Metode NEH Untuk Meminimalkan *Makespan* Pada Penjadwalan Produksi di Rumah Industri Wahyu. *Jambura Industrial Review*, 2(2), 65-74.
- Aritonang, V. S. J. 2021. Perancangan Aplikasi Penjadwalan Produksi Dengan Menerapkan Metode CPM (Studi Kasus: PT. Indojaya Agrinusa Medan). *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 1(4), 148-153.
- Ariyanti, S., Adiarto, & Miharja, R. 2018. Usulan Penjadwalan Produksi Benang Menggunakan Metode NEH Dan Metode Algoritma Johnson Untuk Meminimasi Waktu Produksi Di PT. Laksana Kurnia Mandiri Sejati. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(3), 157 - 164.
- Astuti, R. D., & Iftadi, Irwan. 2016. Analisis dan Perancangan Sistem Kerja. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Cahyawati, A. N., Munawar, F. A., Anggraini, A., & Rizky, D. A. 2018. Analisis Pengukuran Kerja Dengan Metode *Stopwatch Time Study*. *Jurnal Sentra*, 4(2), 109.
- Fradinata, E. 2022. Pesanan Pembelian Dalam Rantai Pasok. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Haming, H. M., Nurnajamuddin, M. 2017. Manajemen Produksi Modern: Operasi Manufaktur dan Jasa Buku Edisi ke-3. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Hernanda, D. A., Hariastuti, N. L. P. 2022. Usulan Penjadwalan Produksi Pada Departemen Produksi PT. Preshion Engineering Plastec. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Hutabarat, J. 2017. Pengantar Teknik Industri. Malang: Media Nusa Creative.
- Irawan, H. T., Pamungkas, I., Arhami. 2020. Penjadwalan Produksi *Paving Block* Pada CV. Nibo Corporation Banda Aceh. *Jurnal Optimalisasi*, 6(1)
- Kulsum, Utami, D. A. 2018. Usulan Perencanaan Penjadwalan Produksi Di Pt X. *Journal Industrial Servicess*, 4(1).

- Nasution, R., Garside, A. K., Utama, D. M. 2017. Penjadwalan *Job Shop* Dengan Pendekatan Algoritma *Artificial Immune System*. *Jurnal Teknik Industri*, 18(01), 29-42.
- Putra, B. I., Jakaria, R. B. 2020. Perancangan Sistem Kerja. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Safitri, D. M., Rahmawati, N., Faradilla, A. 2021. Perancangan dan Pengukuran Kerja: Buku Ajar Kuliah Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja 1 Program Studi Teknik Industri. Makassar: PT. Nas Media Pustaka.
- Suaryasa, G. N. I., Arnida, Adam, K. A., Mansur, D. M., Salijah, E., Yuswono, I., Puspasari, D., Nuryanto, U. W., Sabridah, Nafisa, L., Darsana, I. M., Yanto, F., Suwandaru, R., Amrullah, Y. A. 2023. Manajemen Operasi Pada Perusahaan. Bali: Intelektual Manifes Media.
- Sulistiyadi, K. 2023. Ergonomi dan Pengukuran Kerja dalam Indusri. Yogyakarta: Jejak Pustaka.
- Suradi. 2022. Sistem Produksi. Makassar: Tohar Media.
- Tampubolon, F. R. (2021). Penyelesaian Penjadwalan *Flexible Job Shop* untuk Minimasi *Due Windows* dengan Algoritma Genetika. *JISS: Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 2(6), 894-903.
- Utama, D. M., 2023. Penjadwalan Teori dan Aplikasi. Malang: UMM Press.
- Yanto. (2020). Konsep Dasar dan Aplikasi Statistika Inferensi Untuk Teknik Industri. Jakarta: Penerbit Atma Jaya.
- Yohanes, A. 2014. Penjadwalan Produksi Di Line B Menggunakan Metode *Campbell-Dudek-Smith* (CDS). *Jurnal Dinamika Teknik*, 8(1), 7 – 15.