

Penjadwalan Produksi dengan Metode *Camphbell Dudek Smith* (CDS) untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (*Makespan*)

Dwi Ananda Viliandini¹⁾, Evi Yuliawati²⁾

^{1),2)}Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arif Rahman Hakim No.100 Surabaya
Email : dwianandaviliandini@gmail.com

Abstrak. Bervariasinya waktu suatu operasi kerja dapat mengakibatkan perbedaan total waktu proses produksi. Hal ini mengakibatkan perencanaan penjadwalan yang telah dilakukan tidak tercapai yang dapat mengakibatkan *makespan* sistem produksi tersebut meningkat. Penelitian ini mengusulkan menyelesaikan permasalahan penjadwalan tersebut dengan menggunakan metode CDS (*Camphbell Dudek Smith*). Metode ini merupakan pengembangan dari aturan Jhonson, untuk mendapatkan urutan pekerjaan. Metode CDS ini bertujuan untuk menghasilkan total waktu produksi yang minimal. Hasil dari penjadwalan produksi menggunakan metode CDS diperoleh nilai *makespan* yang minimal yaitu sebesar 89,11 menit sedangkan penjadwalan produksi dengan kebijakan perusahaan menghasilkan nilai *maespan* sebesar 135,98 menit. Hal tersebut membuktikan bahwa metode usulan lebih baik dalam menjadwalkan pekerjaan.

Kata kunci: *Camphbell Dudek Smith, Makespan, Penjadwalan*

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri di Indonesia tumbuh dengan pesat dan menjadi penopang yang kuat bagi pertumbuhan ekonomi. Industri manufaktur adalah perusahaan yang menggunakan mesin untuk mengubah bahan mentah menjadi barang jadi. Proses manufaktur adalah bagian penting dari semua kegiatan produksi. Penjadwalan produksi merupakan aspek penting dari proses manufaktur. PT. Preshion Engineering Plastec merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang jasa dengan sistejm *make-to-order*, dimana perusahaan memproduksi produk sesuai pesanan pelanggan. Perencanaan produksi merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan produk sesuai dengan yang ditetapkan agar perencanaan produksi menjadi lebih optimal dapat dilakukan dengan melakukan penjadwalan produksi.[1] Dalam proses produksinya perusahaan menggunakan sistem *flowshop*. Penjadwalan *flowshop* merupakan suatu pergerakan unit-unit yang terus-menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk. Pada penjadwalan *flowshop*, sumber daya yang dialokasikan akan dilewati oleh setiap *job* memiliki rute atau urutan tahap pengerjaan yang sama, masalah penjadwalan *flowshop* didefinisikan oleh sejumlah *n job* dimana setiap *job* harus diproses pada sebuah order identik pada sejumlah mesin. Sebagai perusahaan yang permintaanya bersifat *make to order*, perusahaan menyadari pentingnya ketepatan waktu penyelesaian dalam mempertahankan konsumen.[2]

Perusahaan sering mengalami kesulitan untuk memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu. Masalah ketidaktepatan jadwal pengiriman pesanan tersebut disebabkan oleh jadwal produksi yang tidak tepat atau sistem penjadwalan produksi yang belum optimal. Perusahaan tidak melakukan estimasi berapa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi order dan juga tidak mengestimasi kapan order tersebut selesai diproduksi dan dapat dikirim ke konsumen pada saat kedatangan order. Hal tersebut yang menyebabkan *due date* yang dijanjikan kepada customer tidak sesuai dengan kemampuan produksi perusahaan sehingga mengakibatkan terjadinya keterlambatan. Jika hal ini terjadi terus-menerus maka akan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan sehingga resiko kehilangan pelanggan menjadi lebih besar. Hal ini berakibat pada berkurangnya keuntungan perusahaan. Berdasarkan uraian diatas maka perlu adanya usulan penjadwalan produksi pada PT. Preshion Engineering Plastec untuk meminimasi *makespan*. Dalam penelitian ini menggunakan metode penjadwalan produksi *Camphbell Dudek Smith* (CDS) yang bertujuan menentukan urutan produksi untuk meminimumkan *makespan* pada perusahaan dengan pola rantai produksi *flowshop*.

1.1. Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi adalah aktivitas produksi yang sangat penting untuk mengambil keputusan dalam melakukan serangkaian kegiatan produksi dengan adanya keterbatasan sumber daya. Suatu penjadwalan dikatakan baik bila sumber daya yang ada dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.[3] Sebelum memulai kegiatan produksi, salah satu tahapan yang paling kritis adalah penjadwalan produksi. Perusahaan harus mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produk. Penundaan produksi akan merugikan perusahaan karena akan mengikis kepercayaan pelanggan. Namun bila produksi dapat diselesaikan terlalu awal dari *due date* yang telah ditetapkan, maka biaya simpan juga akan bertambah. Sangat penting untuk memperhatikan persiapan penjadwalan untuk menyelesaikan produk yang diminta tepat waktu. Tujuan dari penjadwalan produksi adalah untuk mengurangi keterlambatan proses manufaktur di pabrik.[4]

1.2. Metode Camphbell Dudek Smith (CDS)

Metode *Camphbell Dudek Smith* (CDS) adalah penemuan dari Algoritma Johnson, yang mengharuskan setiap mesin untuk melakukan suatu proses untuk setiap pekerjaan atau penugasan. Tujuan dari penjadwalan adalah untuk mendapatkan nilai *makespan* terpendek, yang merepresentasikan urutan eksekusi pekerjaan yang optimal.[5] metode *Camphbell Dudek Smith* (CDS) mencari urutan prioritas terbaik dengan mengombinasikan stasiun kerja yang ada menjadi dua kelompok mesin. Dari dua kelompok mesin tersebut kemudian dicari dengan mengutamakan waktu proses tercepat.[1]

2. Pembahasan

PT. Preshion Engineering Plastec merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang jasa dengan sistem *make-to-order*. Perusahaan memproduksi komponen produk manufaktur dengan bahan baku utama yaitu bijih plastik. Berikut adalah data 18 produk yang akan dijadwalkan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Produk

No Urutan Job	PRODUK / JOB	Waktu Proses (Menit)				Tanggal Pemesanan
		Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	
1	<i>Slide Feet White</i>	1.17	3.15	1.90	1.28	17/2/2022
2	<i>Front Panel</i>	1.28	2.23	2.47	1.53	9/2/2022
3	<i>Trim Ring</i>	1.37	2.78	2.37	1.65	18/2/2022
4	<i>AMP Cover</i>	1.27	3.22	2.27	1.38	4/3/2022
5	<i>Support LED</i>	1.32	3.22	1.68	1.25	21/2/2022
6	<i>Tach Knob</i>	1.20	2.47	2.08	1.27	26/2/2022
7	<i>Stand L900 Clear</i>	1.25	2.12	2.45	1.63	24/2/2022
8	<i>Batteray Cover Back</i>	1.35	2.15	1.70	1.42	12/3/2022
9	<i>Frame Painted Bronze</i>	1.38	2.35	1.95	1.48	16/3/2022
10	<i>Push Button</i>	1.42	2.23	1.93	1.50	2/3/2022
11	<i>Converter Case</i>	1.47	2.55	1.73	1.43	3/3/2022
12	<i>Side Panel L Cap Socket DC</i>	1.23	3.08	2.12	1.52	21/2/2022
13	Stand L900 1200 PC Clear	1.48	3.27	1.78	1.60	28/2/2022
14	Lamp Case Front	1.33	2.43	2.50	1.30	3/3/2022
15	Screw Cap	1.18	2.35	2.43	1.58	30/1/2022
16	Move Shelf Sup	1.40	2.95	2.28	1.33	14/3/2022
17	Kotei Kanagu	1.22	3.17	1.70	1.57	15/3/2022
18	L-Shaped Bracket Cover	1.45	3.22	1.85	1.35	9/3/2022

2.1. Penjadwalan Produksi Kebijakan Perusahaan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang meliputi data 18 jenis produk yang sedang di produksi pada bulan April 2022 beserta waktu proses produksi di setiap mesin. Adapun jenis data sekunder dalam penelitian ini adalah data tanggal pemesanan produk tersebut. Sebelumnya, dalam melakukan proses penjadwalan produksi, perusahaan menggunakan aturan FCFS (*First Come First Serve*) yang artinya perusahaan pesanan di produksi sesuai dengan yang terlebih dahulu memesan.

Tabel 2. Penjadwalan Produksi Dengan Metode FCFS (Kebijakan Perusahaan)

No	PRODUK / JOB	Waktu Proses (Menit)				Total Waktu Proses (Menit)	Tanggal Pemesanan
		Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4		
15	<i>Screw Cap</i>	1.18	2.35	2.43	1.58	7.55	30/1/2022
2	<i>Front Panel</i>	1.28	2.23	2.47	1.53	7.52	9/2/2022
1	<i>Slide Feet White</i>	1.17	3.15	1.90	1.28	7.50	17/2/2022
3	<i>Trim Ring</i>	1.37	2.78	2.37	1.65	8.17	18/2/2022
5	<i>Support LED</i>	1.32	3.22	1.68	1.25	7.47	21/2/2022
12	<i>Side Panel L Cap</i>	1.23	3.08	2.12	1.52	7.95	21/2/2022
7	<i>Stand L900 Clear</i>	1.25	2.12	2.45	1.63	7.45	24/2/2022
6	<i>Tach Knob</i>	1.20	2.47	2.08	1.27	7.02	26/2/2022
13	<i>Stand L1200 PC Clear</i>	1.48	3.27	1.78	1.60	8.13	28/2/2022
10	<i>Push Button</i>	1.42	2.23	1.93	1.50	7.08	2/3/2022
14	<i>Lamp Case Front</i>	1.33	2.43	2.50	1.30	7.57	3/3/2022
11	<i>Converter Case</i>	1.47	2.55	1.73	1.43	7.18	3/3/2022
4	<i>AMP Cover</i>	1.27	3.22	2.27	1.38	8.13	4/3/2022
18	<i>L-Shaped Bracket Cover</i>	1.45	3.22	1.85	1.35	7.87	9/3/2022
8	<i>Batteray Cover Back</i>	1.35	2.15	1.70	1.42	6.62	12/3/2022
16	<i>Move Shelf Sup</i>	1.40	2.95	2.28	1.33	7.97	14/3/2022
17	<i>Kotei Kanagu</i>	1.22	3.17	1.70	1.57	7.65	15/3/2022
9	<i>Frame Painted Bronze</i>	1.38	2.35	1.95	1.48	7.17	16/3/2022
<i>Makespan</i>						135.98	

2.2. Penjadwalan Produksi Dengan Metode CDS

Usulan penjadwalan akan dilakukan dengan metode CDS (*Camphbell Dudek Smith*). [6] Metode CDS merupakan pengembangan dari aturan yang dikemukakan oleh jhonson, yang proses penjadwalan dilakukan berdasarkan waktu kerja yang terkecil yang digunakan dalam melakukan produksi.

Tabel 3. Data Produk dan Waktu Proses Produksi

No	PRODUK / JOB	Waktu Proses (Menit)			
		Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4
1	<i>Slide Feet White</i>	1.17	3.15	1.90	1.28
2	<i>Front Panel</i>	1.28	2.23	2.47	1.53

No	PRODUK / JOB	Waktu Proses (Menit)			
		Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4
3	<i>Trim Ring</i>	1.37	2.78	2.37	1.65
4	<i>AMP Cover</i>	1.27	3.22	2.27	1.38
5	<i>Support LED</i>	1.32	3.22	1.68	1.25
6	<i>Tach Knob</i>	1.20	2.47	2.08	1.27
7	<i>Stand L900 Clear</i>	1.25	2.12	2.45	1.63
8	<i>Battery Cover Back</i>	1.35	2.15	1.70	1.42
9	<i>Frame Painted Bronze</i>	1.38	2.35	1.95	1.48
10	<i>Push Button</i>	1.42	2.23	1.93	1.50
11	<i>Converter Case</i>	1.47	2.55	1.73	1.43
12	<i>Side Panel L Cap</i>	1.23	3.08	2.12	1.52
13	<i>Stand 1200 PC Clear</i>	1.48	3.27	1.78	1.60
14	<i>Lamp Case Front</i>	1.33	2.43	2.50	1.30
15	<i>Screw Cap</i>	1.18	2.35	2.43	1.58
16	<i>Move Shelf Sup</i>	1.40	2.95	2.28	1.33
17	<i>Kotei Kanagu</i>	1.22	3.17	1.70	1.57
18	<i>L-Shaped Bracket Cover</i>	1.45	3.22	1.85	1.35

Urutan *job* pada tiap iterasi

$$K = \text{Jumlah mesin} - 1$$

$$K = 4 - 1 = 3$$

Jadi, pada perhitungan penjadwalan produksi ini terdapat 3 iterasi. Adapun langkah-langkah penjadwalan metode *Camphbell Dudek Smith* (CDS) adalah sebagai berikut[7]:

1. Tentukan jumlah iterasi, yaitu jumlah mesin – 1

$$K = m - 1 \dots\dots\dots(1)$$
2. Ambil urutan pertama ($k=1$). Untuk seluruh tugas yang ada, carilah harga $t_{j,1}^k$ dan $t_{j,2}^k$ yang minimum, yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua pada iterasi ke- k .
3. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama, tempatkan pekerjaan tersebut pada urutan awal, bila waktu minimum didapat pada mesin kedua, tugas tersebut ditempatkan pada urutan terakhir.
4. Pindahkan tugas-tugas tersebut dari daftarnya dan susun dalam bentuk deret penjadwalan.
5. Kemudian total waktu pada iterasi tersebut dengan aturan:

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

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

$$t_{1,3}^k = t_{1,1} + t_{1,2} + t_{1,3}$$

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

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

$$t_{2,3}^k = t_{2,1} + t_{2,2} + t_{2,3}, \text{ dan seterusnya} \dots\dots\dots(2)$$
6. Ulangi aturan tersebut hingga iterasi terakhir. Pilih urutan *job*/pekerjaan pada iterasi yang menghasilkan *makespan* terkecil.

Tabel 4. Urutan *Job* Iterasi 1

<i>Job</i> Mesin	Waktu Proses (Menit)		<i>Job</i> Mesin	Waktu Proses (Menit)	
	1	4		1	4
1	1.17	1.28	10	1.42	1.50
2	1.28	1.53	11	1.47	1.43
3	1.37	1.65	12	1.23	1.52
4	1.27	1.38	13	1.48	1.60
5	1.32	1.25	14	1.33	1.30
6	1.20	1.27	15	1.18	1.58
7	1.25	1.63	16	1.40	1.33
8	1.35	1.42	17	1.22	1.57
9	1.38	1.48	18	1.45	1.35

Untuk k = 1 menghasilkan urutan 1-15-6-17-12-7-4-2-5-14-8-3-9-16-10-18-11-13

Tabel 5. Urutan *Job* Iterasi 2

<i>Job</i> Mesin	Waktu Proses (Menit)		<i>Job</i> Mesin	Waktu Proses (Menit)	
	1	4		1	4
1	4.31	3.18	10	3.65	3.43
2	3.52	4.00	11	4.02	3.17
3	4.15	4.02	12	4.32	3.63
4	4.48	3.65	13	4.75	3.38
5	4.53	2.93	14	3.77	3.80
6	3.67	3.35	15	3.53	4.02
7	3.37	4.08	16	4.35	3.62
8	3.50	3.12	17	4.38	3.27
9	3.73	3.43	18	4.67	3.20

Untuk k = 2 menghasilkan urutan 7-8-2-15-10-6-9-14-11-3-1-12-16-17-4-5-18-13

Tabel 6. Urutan *Job* Iterasi 3

<i>Job</i> Mesin	Waktu Proses (Menit)		<i>Job</i> Mesin	Waktu Proses (Menit)	
	1	4		1	4
1	6.20	6.33	10	5.58	5.67
2	5.98	6.23	11	5.75	5.72
3	6.50	6.80	12	6.43	6.72
4	5.74	6.87	13	6.53	6.65
5	6.22	6.15	14	6.27	6.23
6	5.75	5.82	15	5.97	6.37
7	5.82	6.20	16	6.63	6.57
8	5.20	5.27	17	6.08	6.43
9	5.68	5.78	18	6.52	6.42

Berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai *makespan* dan urutan *job* yang didapat dari hasil perhitungan dengan metode CDS untuk seluruh iterasi:

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai *Makespan*

Iterasi	Urutan <i>Job</i>	<i>Makespan</i>
1	1-15-6-17-12-7-4-2-5-14-8-3-9-16-10-18-11-13	97,34 Menit
2	7-8-2-15-10-6-9-14-11-3-1-12-16-17-4-5-18-13	93,21 Menit
3	8-10-9-4-6-7-15-2-17-1-5-14-12-3-18-13-16-11	89,11 Menit

3. Simpulan

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, kebijakan perusahaan yang menggunakan aturan *First Come First Serve* (FCFS) menghasilkan nilai *makespan* sebesar 135,98 menit. Sedangkan usulan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan 3 iterasi dengan urutan *job* masing-masing. Dari ketiga iterasi tersebut, urutan *job* yang memiliki nilai *makespan* paling rendah adalah iterasi ketiga dengan total nilai *makespan* sebesar 89,11 menit dengan urutan *job* yaitu 8-10-9-4-6-7-15-2-17-1-5-14-12-3-18-13-16-11. Usulan penjadwalan produksi ini diharapkan mampu memberikan solusi atau alternatif bagi perusahaan untuk menjadwalkan produksinya.

Daftar Pustaka

- [1]. M. Hidayat, R. Ekawati, and P. F. Ferdinant, "Minimasi Makespan Penjadwalan Flowshop Menggunakan Metode Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS) Dan Metode Algoritma Nawaz Ensore Ham (NEH)" *J. Tek. Ind. ...*, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jti/article/view/1405>.
- [2]. F. Sonata, "Sistem Penjadwalan Mesin Produksi Menggunakan Algoritma Johnson dan Campbell," *J. Buana Inform.*, vol. 6, no. 3, pp. 173–182, 2015, doi: 10.24002/jbi.v6i3.430.
- [3]. V. Nadia, D. R. S. Dewi, and M. E. Sianto, "Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku di PT. Wahana Lentera Raya," *Widya Tek.*, vol. 9, no. 2, pp. 179–192, 2017, [Online]. Available: <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/1420>.
- [4]. C. E. Widodo, "Optimasi penjadwalan mesin produksi dengan menggunakan metode campbell dudek smith (cds) pada perusahaan manufaktur," 2014.
- [5]. R. Ervil and D. Nurmayuni, "Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (Cds) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan)," *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind.*, vol. 18, no. 2, p. 97, 2018, doi: 10.36275/stsp.v18i2.118.
- [6]. M. K. M. H. Nova, M. A. Ilhami, and Kulsum, "Usulan Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith , Heuristic Pour dan Palmer Untuk Meminimasi Makespan Di PT. Krakatau Wajatama," vol. 5, no. 1, 2017.
- [7]. A. B. Pratama and Y. Ngatilah, "Dengan Menggunakan Metode Campbell," vol. 02, no. 04, pp. 25–36, 2021.