

ANALISA PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL DUDEK SMITH DI PT. ELANG JAGAD

Aldo Buyung Setya Pratama¹, Yustina Ngatilah²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

e-mail : aldobuyung@gmail.com

ABSTRAK

PT. Elang Jagad merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi tungku kompor elpiji. Penjadwalan produksi yang digunakan pada perusahaan tersebut menggunakan job order production yaitu proses produksi yang dikerjakan berdasarkan pesanan dari konsumen. Hasil dari pengamatan yang telah dilakukan pada proses produksi perusahaan, penjadwalan produksi yang kurang sesuai tersebut disebabkan kurangnya kapasitas mesin dalam produksi, serta pola aliran proses produksi yang tidak tertata dan alur waktu produksi yang kurang maksimal. Pada penelitian ini penjadwalan produksi akan menggunakan metode Campbell Dudek Smith (CDS) yang merupakan pengembangan dari aturan Jhonson untuk mendapatkan urutan pekerjaan. Makespan yang didapatkan berdasarkan metode aktual perusahaan sebesar 17499,81 detik. Dengan menggunakan metode usulan didapatkan makespan sebesar 17487,85 detik sehingga dapat menghemat waktu sebanyak 11,964 detik/pcs.

Kata Kunci : *Campbell Dudek dan Smith (CDS), Makespan, Penjadwalan produksi*

ABSTRACT

PT. Elang Jagad is a company engaged in the production of LPG stoves. The production scheduling used in the company is job order which is the production process that is carried out based on orders from customers. The results of the observations that have been made on the company's production process, the inappropriate production scheduling is due to the lack of machine scheduling. That's the reason why's this research made. This research used the Campbell Dudek Smith (CDS) method which is the development of Johnson's rule to get the work order. Makespan obtained based on the company's actual method is 17499.81 seconds. By using the proposed method, the makespan is 17487.85 seconds so it can save 11.964 seconds/pcs.

Keywords : *Campbell Dudek dan Smith (CDS), Makespan, Production Scheduling*

I. PENDAHULUAN

Hampir semua permasalahan utama dari proses produksi sebuah perusahaan industri manufaktur adalah masalah penjadwalan proses produksi, terutama dalam menentukan efisiensi urutan pekerjaan yang akan dilakukan. Kegagalan dalam menjadwalkan urutan pengerjaan *job* pada mesin akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian *job* dan rendahnya utilitas mesin yang pada akhirnya akan mengakibatkan biaya produksi yang tinggi dan keterlambatan dalam proses produksi.

PT. Elang Jagad adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi tungku kompor elpiji. Dalam pembuatan tungku kompor dilakukan melalui berbagai tahapan. Penjadwalan produksi yang digunakan pada perusahaan tersebut menggunakan *job order production* yaitu proses produksi yang dikerjakan berdasarkan pesanan dari konsumen. Selama ini perusahaan menerima pesanan rata-rata 10.000 unit. Masalah yang sering terjadi adalah penjadwalan produksi yang kurang sesuai tersebut disebabkan kurangnya kapasitas mesin dalam produksi, serta pola aliran proses produksi yang tidak tertata dan alur waktu produksi yang kurang maksimal. Penyebab lain adalah pengalokasian sumber daya mesin dan manusia yang tidak teratur. Dengan adanya penjadwalan produksi yang kurang sesuai tersebut akan menimbulkan penghambatan alur pada proses produksi dan membuat momen perpindahan menjadi lebih banyak.

Dari kendala yang telah dijabarkan pada latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah Meminimumkan total waktu produksi untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan dan membuat penjadwalan produksi yang optimal. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan proses pengukuran kerja dengan mengukur waktu proses operasi. Pengambilan data dilakukan menggunakan studi waktu dan menentukan standar waktu. Metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi adalah Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Metode CDS dikembangkan dari Johnson Algorithm dengan tujuan untuk menghasilkan *flowtime* dan *makespan* yang lebih baik (Sayuti dan Lambas, 2020) sehingga dapat mengeluarkan hasil yang paling mendekati optimal (Ginting dalam Purwati dan Sari, 2020).

Metode CDS telah banyak dipergunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya diantaranya: Hidayat et al. (2017), Khrisman et al. (2017), Solikhah et al. (2020), serta Annisya dan Saifudin (2020) yang menggabungkan metode CDS dikombinasikan dengan *Nawaz Enscore Ham* (NEH) untuk melakukan penjadwalan produksi flowshop. Selain itu juga terdapat penelitian dari Ervil dan Nurmayuni (2018), Badri dan Hasanah (2020), serta Nur Razaaq (2021) yang menggunakan metode CDS untuk melakukan penjadwan produksi sehingga didapatkan nilai *makespan* terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penjadwalan Produksi

Menurut Muharni (2018), penjadwalan produksi didefinisikan sebagai suatu aktivitas pengalokasian sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan dengan tetap melihat keterbatasan yang dimiliki. Dengan dilakukannya penjadwalan produksi, perusahaan dapat melakukan pengontrolan aktivitas produksi agar kegagalan produksi tidak terjadi (Kulsum dan Utami, 2018) selain itu juga sumber daya perusahaan dapat dimanfaatkan secara maksimal (Sutiawan, 2018).

B. Prioritas Dispatching Rules

Dispatching rule lebih dikenal dengan *scheduling in advance* adalah teknik penjadwalan yang menggunakan prinsip *First Come First Serve* (FCFS). Menggunakan

aturan ini, job yang ada dikerjakan sesuai dengan urutan kedatangannya (Amin dan El-Bouri (2018)).

C. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja dapat dilakukan dengan dua acara, langsung dan tidak langsung (Wignojosebroto dalam Roidelindho (2017)). Contoh pengukuran waktu kerja secara langsung adalah dengan teknik pengambilan sampel atau yang dikenal dengan *work sampling* serta metode stopwatch (*Stopwach time study*) (Asrawati, 2021). Sedangkan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dapat dilakukan dengan menggunakan standar data serta data Gerakan.

D. Penetapan Waktu Baku

Sari dan Darmawan (2020) mendefinisikan waktu baku sebagai waktu yang diperlukan seseorang yang memiliki kemampuan penyelesaian rata-rata untuk menyelesaikan pekerjaan yang biasanya dipergunakan sebagai standar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku dapat dimanfaatkan perusahaan untuk mengetahui jumlah tenaga kerja optimal yang dibutuhkan dalam suatu proses produksi (Beauty, 2018). Langkah-langkah yang diperlukan untuk mencari waktu baku adalah sebagai berikut : Pengukuran Pendahuluan, Uji Keseragaman Data dengan langkah Menghitung rata-rata dari harga rata-rata *sub group*, Menghitung *standart deviasi* sebenarnya dari waktu penyelesaian, Menghitung *standart deviasi* dari distribusi harga rata-rata *sub group*, Menghitung derajat ketelitian dari masing-masing operator, Menghitung tingkat keyakinan (*confidence level*), Menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB), Uji Kecukupan Data, Penetapan Waktu Baku dengan langkah Menghitung waktu siklus rata-rata, Menghitung waktu normal, dan Menghitung waktu baku.

E. Faktor Penyesuaian (Performance Rating)

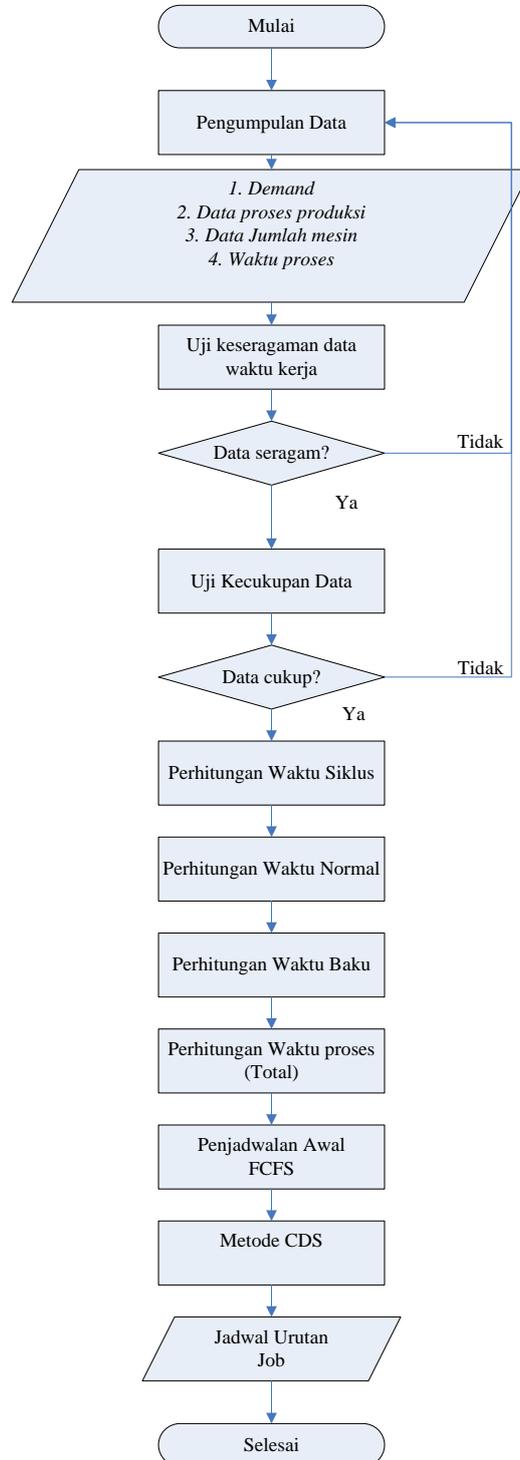
Westhinghouse performance rating merupakan salah satu teknik *performance rating* yang berguna untuk menormalkan waktu kerja operator. Gambar 1. Berikut ini merupakan *Westhinghouse performance rating*. Berdasarkan Gambar 1 didapatkan bahwa Westinghouse mengkategorikan rating kedalam empat kategori diantaranya: *Skill*, *Effort*, *Condition*, serta *Consistency*.

SKILL		EFFORT	
+ 0,15 A1	Superskill	+ 0,13 A1	Superskill
+ 0,13 A2		+ 0,12 A2	
+ 0,11 B1	Excellent	+ 0,10 B1	Excellent
+ 0,08 B2		+ 0,08 B2	
+ 0,06 C1	Good	+ 0,05 C1	Good
+ 0,03 C2		+ 0,02 C2	
0,00 D	Average	0,00 D	Average
- 0,05 E1	Fair	- 0,04 E1	Fair
- 0,10 E2		- 0,08 E2	
- 0,16 F1	Poor	- 0,12 F1	Poor
- 0,22 F2		- 0,17 F2	
CONDITION		CONSISTENCY	
+ 0,06 A	Superskill	+ 0,04 A	Superskill
+ 0,04 B	Excellent	+ 0,03 B	Excellent
+ 0,02 C	Good	+ 0,01 C	Good
0,00 D	Average	0,00 D	Average
- 0,03 E	Fair	- 0,02 E	Fair
- 0,07 F	Poor	- 0,04 F	Poor

Gambar1. *Westhinghouse performance rating* (Cahyaningrum et al., 2021)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Elang Jagad dan dilaksanakan pada bulan Juni 2020 sampai dengan data yang diperlukan sudah mencukupi. Gambar 2 berikut ini adalah:



Gambar 2. Flowchart penelitian

Tahapan awal dari penelitian ini adalah pengumpulan data yang nantinya dibutuhkan dalam penelitian diantaranya data permintaan, jenis proses, jumlah mesin, serta waktu tiap proses. Setelah data yang dibutuhkan didapatkan selanjutnya dilakukan uji keseragaman

data dan kecukupan data untuk memastikan bahwa data yang didapatkan cukup serta seragam. Selanjutnya dilakukan pengkalkulasian waktu siklus, waktu normal, waktu baku serta waktu total proses produksi. Setelah itu dilakukan penjadwalan job awal menggunakan teknik FCFS (*First come first service*). Setelah didapatkan urutan pengerjaan awal kemudian dilakukan iterasi menggunakan metode CDS untuk mendapatkan jadwal pengerjaan yang paling optimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

- Kebutuhan Permintaan

Jumlah permintaan selama satu bulan Tungku Kompor DNS dan Spring Seat B

TABEL I
PERMINTAAN PRODUK

Produk	Permintaan (unit)
Tungku DNS 9900 NEW	50000
SPRING SEAT B	90000

- Data Proses Produksi

Urutan proses produksi dapat dijabarkan sebagai berikut:

A. *Tungku Kompor DNS* : plat dipotong dimesin pemotongan, lalu plat diblanking atau dibentuk sesuai kebutuhan dimesin blanking, lalu plat distamping pertama untuk memberikan lubang ditengah, lalu plat distamping kedua untuk membuat timbulan, lalu plat distamping ketiga dibagian tengah, lalu plat distamping dibagian pinggir, lalu plat diberi lubang untuk kaki, lalu plat dibentuk kaki kemudian dipasang, lalu Plat dicuci sabun untuk menghilangkan minyak, lalu Plat dicuci HCL untuk menghilangkan karat, lalu Plat dicuci soda api untuk menghilangkan pori-pori, lalu plat dikeringkan, lalu Plat disadur atau dilapisi formula enamel, lalu Plat dikeringkan lagi, lalu Plat dioven dalam suhu 800 derajat sampai 4 menit, terakhir plat didinginkan kemudian dipacking atau dikemas.

B. *Spring Seat B* : Plat dipotong dimesin pemotongan, lalu plat diblanking atau dibentuk sesuai kebutuhan dimesin blanking, lalu Plat distamping untuk memberikan lubang ditengah, lalu plat dihaluskan dimesin barrel, dan terakhir plat disusun dan dikemas.

- Data Mesin

Mesin yang digunakan untuk produksi dapat dilihat pada Tabel II berikut:

TABEL II
JUMLAH MESIN YANG DIGUNAKAN

Mesin	Jumlah Mesin (unit)
Cutting hydraulic	2
Blanking 40 ton	2
Stamping 3 ton	2
Stamping 10 ton	2
Dies	2
Bending	2
Welding	2
Barrel	2
Molen pencuci	2
Oven	2

- Data Pengamatan Waktu Proses

Pengamatan dilapangan dilakukan untuk mendapatkan data waktu proses pada masing-masing mesin. Pengamatan pada proses *Cutting* dapat terlihat pada Tabel III:

TABEL III
WAKTU PROSES *CUTTING* PADA *TUNGKU DNS 9900*

Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)				
1	55	59	57	56	59
2	58	55	55	56	57
3	55	57	57	55	56
4	56	58	55	56	59

Hasil pengamatan langsung

B. Pengolahan Data

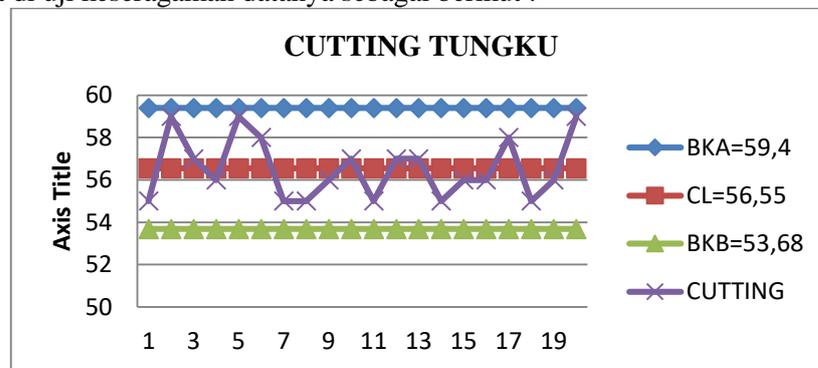
1. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan pada semua data yang didapatkan melalui pengamatan. Berikut ini hasil uji keseragaman data produk Tungku Kompor DNS 9900

TABEL IV
DATA WAKTU KERJA PROSES *CUTTING* *TUNGKU KOMPOR*

Sub Grup	total	Rata-rata	Σx
1	286	57,2	16359,2
2	281	56,2	15792,2
3	280	56	15680
4	284	56,8	16131,2
Total	1131	226,2	63962,6

Berdasarkan data waktu kerja proses *Cutting Job* tungku kompor yang ada di Tabel IV. maka dapat di uji keseragaman datanya sebagai berikut :



Gambar 3. Peta kontrol *cutting* tungku kompor

Menurut Gambar 3 diatas diketahui bahwa data yang dimiliki masih berada pada batas kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang didapatkan seragam.

2. Uji Kecukupan Data

Uji ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang didapatkan telah memenuhi jumlah data yang diperlukan dalam penelitian ini. Uji kecukupan data dihitung menggunakan Persamaan (1) berikut (Dewi et al., 2019):

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (1)$$

Pada proses *cutting* Tungku Kompor perhitungan kecukupan data dapat disajikan sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(20 \times 63997) - (1131)^2}}{1131} \right]^2 = 0,974389 = 1$$

Karena data N' didapatkan nilai 1 sedangkan data yang tersedia sebanyak 20 data maka data yang digunakan sudah cukup.

3. Perhitungan Waktu kerja Tiap Job (Waktu Siklus)

Setelah melalui uji keseragaman dan kecukupan data, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu proses tiap-tiap *job* menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Waktu Siklus (W}_s) = \frac{\sum \mathbf{xbar}}{N} \quad (2)$$

Proses *Cutting* tungku kompor

$$\text{Waktu Siklus (W}_s) = \frac{\sum \mathbf{xbar}}{N} = \frac{1131}{20} = 56,55$$

4. Perhitungan Waktu Normal

Berdasarkan perhitungan waktu siklus di atas dan perhitungan faktor penyesuaian (P) proses *Cutting Job* Tungku Kompor yang dapat dilihat di lampiran , maka dapat dihitung waktu normal sebagai berikut (Wignjosoebroto dalam Pradana dan Pulansari, 2021):

$$\text{Waktu Normal (W}_n) = W_s \times P = 56,55 \times (1+0,08) = 61,074 \text{ detik}$$

Dengan cara yang sama perhitungan waktu normal untuk proses yang lain ada dalam lampiran.

5. Perhitungan Waktu Baku

Berdasarkan hasil perhitungan waktu normal proses *Cutting Job* Tungku kompor di atas, maka dapat dihitung waktu baku sebagai berikut (Wignjosoebroto dalam Pradana dan Pulansari, 2021):

$$\text{Waktu Baku (W}_b) = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \textit{allowance}} \quad (3)$$

Nilai *allowance* dapat dihitung di lampiran. Perhitungan waktu baku untuk proses yang lain ada di lampiran. Menggunakan Persamaan 3, diperoleh waktu baku keseluruhan sebagai berikut :

TABEL V
WAKTU BAKU TIAP JOB

No	Job	Waktu Baku (detik)
1	C1	72,71
2	B1	17,036
3	ST11	48,41
4	ST21	58,05
5	ST31	55,029
6	STP1	22,037
7	LK1	17,165
8	PK1	23,4
9	CS1	1151,357
10	CH1	226,54
11	CSA1	225,71
12	PN11	379,29
13	L1	148,114
14	PN21	766,1
15	O1	304,07
16	PK1	764,807
17	C2	72,5
18	B2	20,764
19	ST12	9,77
20	H1	1932,3
21	PK2	389,31

6. Perhitungan Waktu Proses

Berdasarkan data permintaan (Tabel I), dan waktu baku (Tabel V) maka dapat dihitung waktu pengerjaan untuk tiap operasi yang ada pada masing-masing *job*.

$$\text{Total Waktu proses} = \frac{Wb \times \text{Jumlah Permintaan} \times \text{Struktur Produk}}{\text{Total Produksi Seluruh Mesin}} \quad (4)$$

TABEL VI
WAKTU PROSES TIAP JOB

Produk	Total Waktu Proses							
	Cutting	Blanking	Stamping 1	Stamping 2	Stamping 3	Stamping pinggir	Lubang kaki	Pasang kaki
Tunggu kompor	242,357	56,7857	161,357	193,5	183,429	74,357	57,2143	78
Spring seat B	96,6857	27,6857	13,0286	-	-	-	-	-

TABEL VII. WAKTU PROSES TIAP JOB

Produk	Total Waktu Proses								
	Cuci sabun	Cuci hcl	Cuci soda api	Pengerin gan 1	Dilapisi	Pengerin gan 2	oven	penghalusan	Packing
Tunggu kompor	3837,86	755,143	752,357	1264,29	493,714	2553,64	1013,57	-	2549,36
Spring seat B	-	-	-	-	-	-	-	2576,4	519,086

C. Metode Penjadwalan

1. First Come First Service (FCFS)

FCFS digunakan sebagai penjadwalan untuk mendapatkan jadwal awal. Adapun hasil penjadwalan menggunakan FCFS sebagai berikut.

TABEL VIII
COMPLETION TIME DAN MAKESPAN (DETIK) METODE FCFS

No	Job	Tungku Kompor		Spring Seat B	
		In	Out	In	Out
1	Cutting	0	242,357	14266,93	14363,61
2	Blanking	242,357	299,1429	14363,61	14391,3
3	Stamping 1	299,1429	460,5	14391,3	14404,33
4	Stamping 2	460,5	654	-	-
5	Stamping 3	654	837,4286	-	-
6	Stamping Pinggir	837,4286	911,7857	-	-
7	Lubang untuk Kaki	911,7857	969	-	-
8	Pasang Kaki	969	1047	-	-
9	Cuci Sabun	1047	4884,857	-	-
10	Cuci HCL	4884,857	5640	-	-
11	Cuci Soda Api	5640	6392,357	-	-
12	Dikeringkan	6392,357	7656,643	-	-
13	Dilapisi Enamel	7656,643	8150,357	-	-
14	Dikeringkan Lagi	8150,357	10704	-	-
15	Dioven	10704	11717,57	-	-
16	Penghalusan	-	-	14404,33	16980,73
17	Packing	11717,57	14266,93	16980,73	17499,81

2. Campbell Dudek Smith (CDS)

Penjadwalan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dengan Software WinQSB 2.0 diperoleh hasil sesuai Tabel IX berikut :

TABEL IX
OUTPUT SOFTWARE WINQSB METODE CDS

29 Maret 2021	Job	Operation	Machine	Process Time	Starting Time	Finishing Time
1	Cutting	1	1	121.7	471.0	592.2
2	Cutting	2	2	242.3	950.0	1192.4
3	Blanking	1	1	28.3	20.3	48.7
4	Blanking	2	2	56.7	48.7	105.5
5	Stamping 1	1	1	80.6	201.8	282.5
6	Stamping 1	2	2	161.3	411.7	573.1
7	Stamping 2	1	1	96.7	374.2	471.0
8	Stamping 2	2	2	193.5	756.5	950.0
9	Stamping 3	1	1	91.7	282.5	374.2
10	Stamping 3	2	2	183.4	573.1	756.5
11	Stamping pinggir	1	1	37.1	77.3	114.5
12	Stamping pinggir	2	2	74.3	162.7	237.1
13	Lubang untuk kaki	1	1	28.6	48.7	77.3
14	Lubang untuk kaki	2	2	57.2	105.5	162.7
15	Pasang kaki	1	1	39	114.5	153.5
16	Pasang kaki	2	2	78	237.1	315.1
17	Cuci sabun	1	1	1918.9	6830.9	8749.9
18	Cuci sabun	2	2	3837.8	13649.9	17487.8

29 Maret 2021	Job	Operation	Machine	Process Time	Starting Time	Finishing Time
19	Cuci HCl	1	1	377.5	1474.7	1852.3
20	Cuci HCl	2	2	735.1	2957.5	3692.7
	Cuci soda					
21	api	1	1	376.1	1098.6	1474.7
	Cuci soda					
22	api	2	2	752.3	2205.2	2957.5
23	Dikeringkan	1	1	632.1	2359.1	2991.2
24	Dikeringkan	2	2	1264.2	4706.3	5970.5
	Dilapisi					
25	enamel	1	1	246.8	592.2	839.0
	Dilapisi					
26	enamel	2	2	443.7	1192.4	1686.1
	Dikeringkan					
27	lagi	1	1	1276.8	4265.9	5542.7
	dikeringkan					
28	lagi	2	2	2553.6	8519.9	11073.5
29	Dioven	1	1	506.7	1852.3	2359.1
30	Dioven	2	2	1013.5	3692.7	4706.3
31	Packing	1	1	1274.6	2991.2	4265.9
32	Packing	2	2	2549.3	5970.5	8519.9
33	Cutting B	1	1	48.3	153.5	201.8
34	Cutting B	2	2	96.6	315.1	411.7
35	Blanking B	1	1	13.8	6.5	20.3
36	Blanking B	2	2	27.6	20.3	48.0
	Stamping 1					
37	B	1	1	6.5	0	6.5
	Stamping 1					
38	B	2	2	13	6.5	19.5
39	Penghalusan	1	1	1288.2	5542.7	6830.9
40	Penghalusan	2	2	2576.4	11073.5	1349.9
41	Packing B	1	1	559.5	839.0	1098.6
42	Packing B	2	2	519.0	1686.1	2205.2
	Cmax	17487.85	MC =	3653.4	Wmax =	11731.0
	MW	2404.4	Fmax =	17487.8	MF =	3653.4
	Lmax	17487.8	ML =	3653.4	Emax =	0
	ME	0	Tmax =	17487.8	MT =	3653.4
	NT	21	WIP =	4.3	MU =	0.749
	TJC	0	TMC =	0	TC =	0
	Solved by	CDS			Criterion:	Cmax

Tabel IX diatas merupakan hasil jadwal menggunakan metode CDS. Dapat terlihat pada table tersebut bahwa *Completion Maximum (makespan)* dengan menggunakan metode ini sebesar 17487,85 detik.

TABEL X
JOB SEQUENCE WINQSB

29 Maret 2021 04:38:55	Job Number	Job Name
1	19	Stamping 1 B
2	18	Blanking B
3	2	Blanking
4	7	Lubang untuk kaki
5	6	Stamping pinggir
6	8	Pasang kaki
7	17	Cutting B
8	3	Stamping 1
9	5	Stamping 2
10	4	Stamping 3
11	1	Cutting
12	13	Dilapisi enamel
13	21	Packing B
14	11	Cuci soda api
15	10	Cuci HCl
16	15	Dioven
17	12	Dikeringkan

29 Maret 2021 04:38:55	Job Number	Job Name
18	16	Packing
19	14	Dikeringkan lagi
20	20	Penghalusan
21	9	Cuci sabun

V. KESIMPULAN

Metode penjadwalan aktual perusahaan menghasilkan *makespan* sebesar 17499,814 detik (4,86 jam/produk) dengan urutan pengerjaan job : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12- 13-14-15-16-17-18-19-20-21. Metode usulan terpilih adalah metode *Campbell Dudeck Smith* (CDS) dengan *makespan* terkecil 17487,85 detik (4,85jam/produk) dengan urutan job 19-18-2-7-6-8-17-3-5-4-1-13-21-11-10-15-12-16-14-20-9. Menggunakan metode CDS, waktu penyelesaian produksi mengalami penghematan sebanyak 11,964 detik/pcs. Dengan demikian metode ini terbukti dapat menghasilkan *makespan* yang lebih optimal jika dibandingkan dengan metode yang saat ini digunakan oleh perusahaan.

PUSTAKA

- Amin, G. R., dan El-Bouri, A. (2018). A minimax linear programming model for dispatching rule selection. *Computers dan Industrial Engineering*, 121, 27-35
- Annisa, S. D., dan Saifudin, J. A. (2020). Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith (Cds), Nawaz Enscore Ham (Neh), Dan Palmer Untuk Mengurangi *Makespan* Di Pt. X. *Juminten*, 1(3), 165-176
- Asrawati, A. (2021). *Standar Waktu Kerja Dan Produktivitas Penebangan Hutan Rakyat Di Kabupaten Bone* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Badri, W. Z., dan Hasanah, I. S. (2020). Pengurangan Waktu Produksi Produk Menggunakan Metode Campbell Dudeck And Smith Pada Pt Intinusa Selareksa, Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 23(1), 1-11.
- Beauty, Y. V. (2018). *Penentuan Waktu Baku Sebagai Dasar Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi Waktu Penyelesaianproduksi (Studi Kasus: Konveksi Irvan Jaya)*.
- Cahyaningrum, D. T., Siswanto, N., dan Firmanto, H. (2021). Penentuan Tenaga Kerja Optimal pada Packaging Kopi dengan Menggunakan Analisis Beban Kerja Metode Work Sampling. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 21(1), 46-49.
- Dewi, D. C., Handayani, C., & Prasetyo, I. H. (2019). Perancangan Alat Spinner Ergonomis (Study Kasus PT. Baasithu, Floating Storage and Offloading Petrostar). *Jurnal Inovator*, 2(1), 11-15
- Ervil, R., dan Nurmayuni, D. (2018). Penjadwalan produksi dengan metode Campbell Dudeck Smith (CDS) untuk meminimumkan total waktu produksi (*makespan*). *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, 18(2), 97-101.
- Hidayat, M., Ekawati, R., dan Ferdinant, P. F. (2017). Minimasi *Makespan* Penjadwalan Flowshop Menggunakan Metode Algoritma Campbell Dudeck Smith (CDS) Dan Metode Algoritma Nawaz Enscore Ham (NEH) Di PT Krakatau Wajatama. *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- Khrisman, R., Febrianti, E., dan Herlina, L. (2017). Penjadwalan Produksi Flow Shop Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith (CDS) dan Nawaz Enscore Ham (NEH). *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- Kulsum, K., dan Utami, D. A. (2018). Usulan Perencanaan Penjadwalan Produksi Di Pt X. *Journal Industrial Servicess*, 4(1).
- Muharni, Y. (2018). Penerapan Algoritma Simulated Annealing untuk meminimasi *Makespan* pada Penjadwalan Flow Shop. *Journal Industrial Servicess*, 4(1).
- Nur Razaq, R. (2021). *Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith Untuk Meminimalkan Makespan Produk (Studi Kasus di PT Hari Mukti Teknik, Bantul, Yogyakarta)* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Yogyakarta).
- Pradana, A. Y., & Pulansari, F. (2021). Analisis Pengukuran Waktu Kerja Dengan Stopwatch Time Study Untuk Meningkatkan Target Produksi Di Pt. Xyz. *Juminten*, 2(1), 13-24
- Purwati, P., dan Sari, S. (2020). Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudeck Smith (CDS), PT. ISM TBK. Divisi Bogasari Flour Mills Jakarta. *OPSI*, 13(2), 87-91.
- Roidelindho, K. (2017). Penentuan Beban Kerja Dan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Pada Produksi Tahu. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(1), 73-80
- Sari, E. M., dan Darmawan, M. M. (2020). Pengukuran Waktu Baku Dan Analisis Beban Kerja Pada Proses Filling Dan Packing Produk Lulur Mandi Di Pt. Gloria Origita Cosmetics. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Inovasi*, 51-61

Sayuti, M., dan Lambas, A. (2020). Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (Di Pt. Xyz). *Industry Xplore*, 5(2), 87-93

Solikhah, F. I., Rachmadita, R. N., dan Maharani, A. (2017). Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Flowshop dengan Metode Campbell Dudek and Smith (CDS) dan Nawaz Enscore Ham (NEH) pada Departemen Produksi Massal. In Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application (Vol. 1, No. 1, pp. 414-419).

Sutiawan, N. (2018). *Penerapan Metode Algoritma Genetika Pada Optimasi Penjadwalan Produksi Untuk Minimasi Makespan (Studi Kasus: PT Kunango Jantan)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).