

# Penjadwalan Proses *Machining* Komponen *Hydraulic* pada PT XYZ untuk Mengurangi *Makespan* Menggunakan Metode Algoritma *Campbell Dudek Smith* (CDS) Pada Mesin Paralel

1<sup>st</sup> Nilam Putri Sari  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

nilamputri@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Dida Diah Damayanti  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

didadiah@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Endang Budiasih  
Fakultas Rekayasa Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang berfokus memproduksi dan memperbaiki berbagai macam jenis alat berat *hydraulic*. Dalam proses produksinya, PT XYZ menerapkan sistem *make to order* dan biasanya hanya memproduksi dalam jumlah sedikit. Kendala yang dialami oleh PT XYZ terletak pada proses produksi komponen *hydraulic*. Aliran proses pada komponen *hydraulic* merupakan *general flow shop* dengan mesin paralel. Proses produksi *hydraulic* terdiri dari proses *machining*, proses *assembling*, dan proses *finishing* berupa proses testing dan *painitng*. Proses *machining* memiliki alokasi waktu yang lebih besar dibandingkan dengan proses lainnya. Metode penjadwalan aktual yang terdapat pada perusahaan memiliki *makespan* yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proses selanjutnya. Maka dari itu, perusahaan harus melakukan upaya perbaikan dalam penjadwalan untuk dapat mengurangi *makespan*. Algoritma Campbell Dudek Smith merupakan salah satu metode penjadwalan yang memberikan solusi *heuristic* dan memiliki tujuan untuk memperoleh nilai *makespan* terkecil dari urutan pengerjaan job yang paling baik. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan melakukan penjadwalan menggunakan Algoritma CDS untuk mengurangi *makespan* pada produksi komponen *hydraulic* di PT XYZ. Hasil yang diperoleh pada penjadwalan usulan menggunakan metode CDS akan dibandingkan dengan penjadwalan aktual. Penjadwalan menggunakan Campbell Dudek Smith menghasilkan nilai *makespan* sebesar 92 jam atau 11,5 hari dengan nilai pengurangan sebesar 14% atau 15 jam.

**Kata kunci**— *flowshop makespan*, algoritma CDS, mesin paralel

## I. PENDAHULUAN

Penjadwalan produksi mengalokasikan sumber daya dan mesin yang tersedia untuk menyelesaikan semua tugas dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti memenuhi tenggat waktu dan meminimalkan waktu penyelesaian. Urutan pekerjaan yang tidak tepat dapat menyebabkan total waktu produksi yang tinggi [1].

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang berfokus memproduksi dan memperbaiki berbagai macam jenis alat berat *hydraulic*. Adapun jenis *hydraulic* yang sering diproduksi oleh perusahaan adalah *Cylinder Hydraulic Welded*, *Cylinder Hydraulic Tierod*, dan *Hydraulic Power Unit*. Dalam proses produksinya, PT XYZ menerapkan sistem *make to order* yaitu produk *hydraulic* dibuat sesuai dengan spesifikasi jenis berbeda dengan ukuran sesuai pesanan [2].

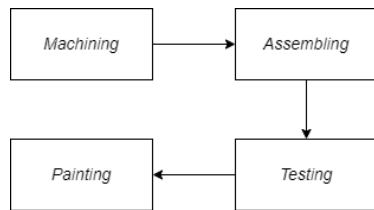
Kendala yang dialami oleh PT XYZ terletak pada proses produksi komponen *hydraulic* yang akan dirakit dengan beragam variasi untuk dapat memenuhi permintaan satu produk. Oleh karena itu, ketika jumlah pesanan cukup tinggi dan datang secara bersamaan, perusahaan belum memiliki metode penjadwalan yang tepat untuk produksi *hydraulic* khususnya pada proses *machining* komponen.



GAMBAR 1  
Pesanan yang Mengalami Keterlambatan Pengiriman

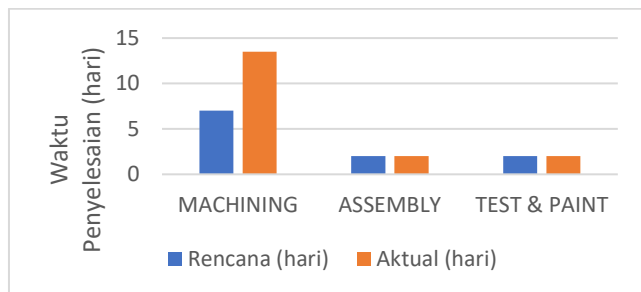
Pada Gambar 1 menunjukkan data keterlambatan pesanan dalam tiga bulan terakhir pada perusahaan. Secara keseluruhan terlihat adanya fluktuasi dalam keterlambatan pada setiap bulannya. Peningkatan jumlah keterlambatan dapat menunjukkan adanya ketidakseimbangan kapasitas atau faktor lain yang mempengaruhi ketepatan waktu. Oleh karena itu, perlu penyesuaian perencanaan produksi dan tindakan korektif untuk mengurangi keterlambatan terutama di bulan dengan *volume* pesanan tinggi. Proses produksi

*hydraulic* terdiri dari tiga proses yaitu proses *machining* komponen, proses *assembling*, dan terakhir finishing berupa proses *testing* dan *painting*. Proses *machining* komponen sangat penting karena proses *assembling* tidak dapat dilakukan apabila komponen belum selesai diproses.



GAMBAR 2  
Aliran Proses Produksi Hydraulic

Aliran proses pada komponen *hydraulic* merupakan *general flow shop* dengan mesin paralel. Setiap komponen dari setiap jenis produk *hydraulic* memiliki urutan proses operasi yang berbeda tetapi menggunakan tipe mesin yang sama dan aliran produknya masih searah.

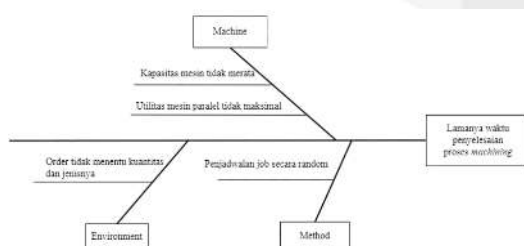


GAMBAR 3

Target dan Aktual Waktu Penyelesaian Produksi Hydraulic

Gambar 3 menunjukkan target dan kondisi aktual waktu penyelesaian pada proses *machining* hingga proses *painting*. Proses *machining* memiliki alokasi waktu lebih besar dibandingkan dengan proses lainnya. Waktu penyelesaian aktual pada proses *machining* lebih tinggi daripada target waktu penyelesaiannya. PT XYZ tidak memiliki urutan pengerjaan dari setiap *job* pada proses *machining* komponen meskipun jumlah *job* yang perlu dikerjakan cukup banyak sehingga menyebabkan produksi tidak teratur. Hal tersebut mengakibatkan waktu penyelesaian lebih panjang dan berdampak pada proses berikutnya yaitu proses *assembly*.

Lamanya waktu penyelesaian produksi komponen *hydraulic* pada proses *machining* diakibatkan oleh tidak ada metode penjadwalan yang digunakan pada perusahaan. Berikut merupakan hasil identifikasi akar permasalahan lamanya waktu penyelesaian pada proses *machining* komponen *hydraulic* dengan diagram *fishbone*.



GAMBAR 4  
Diagram Fishbone

Gambar 4 menjelaskan akar masalah dari permasalahan lamanya waktu penyelesaian proses *machining* yang terdiri dari beberapa faktor, yaitu *machine*, *environment* dan *method*. Berdasarkan identifikasi akar masalah tersebut, belum ada metode penjadwalan yang digunakan oleh PT XYZ menjadi akar masalah utama pada lamanya waktu penyelesaian proses *machining* komponen *hydraulic*. Urutan pengerjaan *job* pada proses *machining* yang dilakukan secara *random* memiliki *idle time* dan nilai *makespan* yang tinggi. Potensi solusi yang dapat digunakan untuk masalah tersebut adalah penjadwalan pada proses *machining* komponen *hydraulic* menggunakan metode algoritma *Campbell Dudek Smith (CDS)* untuk mengurangi *makespan*.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Penjadwalan

Penjadwalan adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi yang mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan, ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi [3].

### B. Penjadwalan Flow Shop

Pada penjadwalan *flow shop*, semua *job* mengikuti lintas yang sama dari satu mesin ke mesin yang lain melalui urutan mesin yang sama. Aliran *flow shop* terbagi menjadi dua jenis, yaitu *pure flow shop* dan *general flow shop*. *Pure flow shop* yaitu semua *job* yang mengalir pada lini produksi yang sama tanpa boleh melewatinya. *General flow shop* yaitu suatu *job* mengikuti lintasan yang sama tetapi urutan mesin berbeda yang disebabkan oleh suatu *shop* dapat menangani *job* yang bervariasi sedangkan *job* yang datang ke *shop* tidak harus dikerjakan di semua mesin [4].

### C. Algoritma Campbell Dudek Smith

Algoritma *Campbell Dudek Smith* merupakan salah satu metode penjadwalan yang digunakan untuk mengurutkan *n* *job* pada *m* mesin menggunakan algoritma Johnson kemudian memilih alternatif yang memiliki nilai *makespan* terkecil. Adapun tahapan untuk melakukan perhitungan algoritma CDS sebagai berikut: [5]

1. Memilih  $K=1$ , lalu hitung dan cari  $t_{i,1}$  dan  $t_{i,2}$  yang minimum.
2. Jika waktu minimum ditemukan pada mesin pertama maka *job* ditempatkan pada urutan awal, sebaliknya jika waktu minimum ditemukan pada mesin kedua maka *job* ditempatkan pada urutan akhir. Urutkan hingga tidak ada *job* yang tersisa dan hitunglah *makespan*.
3. Jika  $K=(m-1)$  maka berhenti dan pilih urutan jadwal yang menghasilkan nilai *makespan* terkecil. Jika tidak maka  $k=k+1$  dan kembali ke tahap pertama.

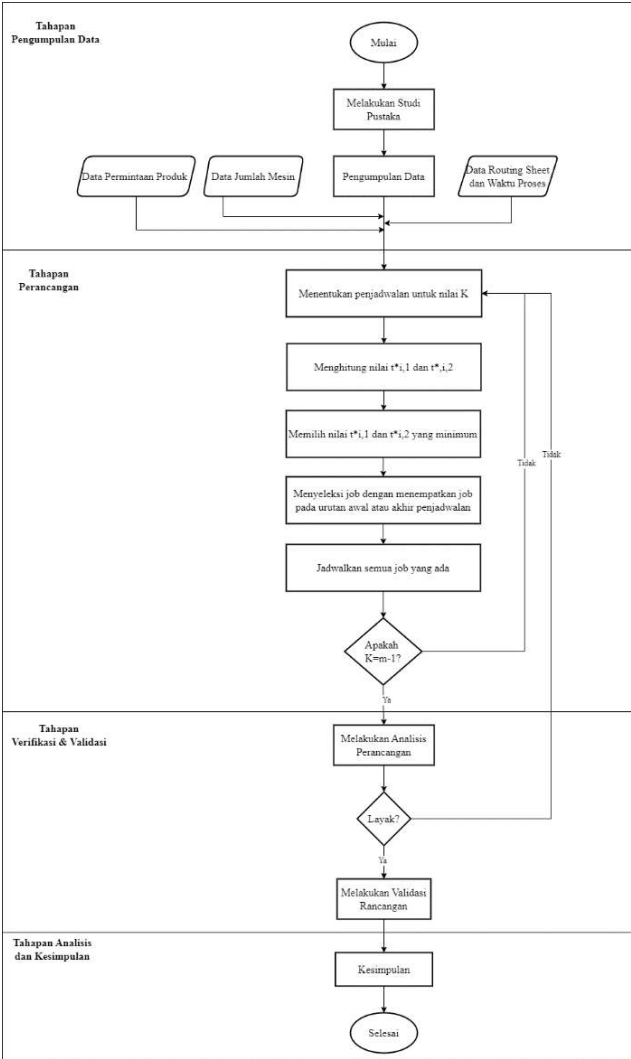
## III. METODE

### A. Mekanisme Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan, wawancara pekerja di perusahaan, dan data historis perusahaan. Data yang dikumpulkan berupa data jumlah mesin, data proses operasi, dan data waktu proses.

B. Tahapan Perancangan

Perancangan penjadwalan dilakukan menggunakan metode algoritma *Campbell Dudek Smith*.



GAMBAR 4  
Flowchart metode algoritma *Campbell Dudek Smith*

C. Tahapan Verifikasi

Tahap verifikasi dilakukan dengan meninjau kesesuaian hasil rancangan penjadwalan dengan tahapan sistematis berdasarkan referensi. Hal ini dilakukan bertujuan untuk memastikan kesesuaian penjadwalan usulan dengan tahapan sistematis yang telah ditentukan.

D. Tahapan Validasi

Validasi diperoleh dari umpan balik terkait hasil rancangan yang dilakukan dengan wawancara *stakeholder* PT XYZ. Umpan balik tersebut digunakan untuk mengetahui hasil usulan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan dan dapat menyelesaikan permasalahan di PT XYZ yaitu berupa mengurangi nilai *makespan*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Simbolisasi Mesin

PT XYZ memiliki 8 (delapan) tipe mesin yang digunakan untuk memproduksi *hydraulic*. Terdapat karakteristik dan jumlah yang berbeda pada setiap tipe mesin.

TABEL 1  
Simbolisasi Mesin

Nama Mesin	Simbol		Jumlah Mesin (Unit)
Mesin Bubut	TRN	M1	5
Mesin Milling	MIL	M2	2
CNC Milling	CMIL	M3	1
Mesin Bor	BOR	M4	2
Mesin Tap	TAP	M5	1
Mesin Cutting	CUT	M6	1
Mesin Bending	BEND	M7	1
Mesin Las	WLD	M8	2

B. Simbolisasi Job

Masing-masing komponen dari setiap produk *hydraulic* dianggap sebagai *job* berbeda yang akan dijadwalkan. *Job - job* tersebut disimbolkan berdasarkan urutan kedatangan pesanan sehingga urutan ini mencerminkan prioritas dalam proses penjadwalan.

TABEL 2  
Simbolisasi Job

Produk	Komponen	Simbol
HC WELDED FA	Tube	1a
	Piston	1b
	Clevis	1c
	Head Cover	1d
	End Cover	1e
	As Rod	1f
HYD WELDED INNER ARM CA	Tube	2a
	Piston	2b
	Clevis	2c
	Head Cover	2d
	End Cover	2e
	As Rod	2f
HYDRAULIC POWER UNIT	Plat	3a
	Manifold Block	3b
	Coupling	3c
HYDRAULIC POWER UNIT	Bell Housing	3d
	Plat	4a
	Manifold Block	4b
	Coupling	4c
	Bell Housing	4d
HYDRAULIC CYLINDER ROUND TIEROD	Tube	5a
	Cover Depan	5b
	Cover Belakang	5c
	Flange	5d
	As Rod	5e
	Piston	5f

	Cover Head	5g
	As Tierod	5h
	Kontra Mur	5i

### C. Waktu Operasi

Terdapat delapan proses yang harus dilewati oleh setiap *job* untuk menyelesaikan proses produksi. Meskipun, tidak semua *job* melewati operasi yang sama karena beberapa *job* menggunakan tipe mesin yang berbeda. Pada penelitian ini terdapat 116 *job* yang akan dijadwalkan yang berasal dari data pesanan bulan Februari 2024. Setiap *job* memiliki waktu proses masing-masing. Berikut merupakan waktu proses untuk setiap *job* dalam satuan jam.

TABEL 3  
Waktu Operasi

Total Waktu Operation (Jam)									
J O B	Q T Y	5 T R N	2 M IL	1 CNC MIL	2 B O R	1 T A P	1 C U T	1 BE ND	2 W LD
1a	1	5	0	0	0	0	0	0	3
1b	1	5	0	0	1	1	0	0	3
1c	1	3	4	0	0	0	0	0	3
1d	1	9	1	0	0	0	0	0	0
1e	1	3	0	0	0	0	0	0	3
1f	1	4	0	0	0	0	0	0	0
2a	2	16	0	0	0	0	0	0	6
2b	2	16	0	0	1	1	0	0	6
2c	2	7	8	0	0	0	0	0	6
2d	2	26	3	0	0	0	0	0	0
2e	2	7	0	0	0	0	0	0	6
2f	2	11	0	0	0	0	0	0	0
3a	1	0	0	0	0	0	3	3	3
3b	1	2	0	2	11	7	0	0	0
3c	1	3	2	0	0	0	0	0	0
3d	1	2	0	0	0	0	0	0	0
4a	1	0	0	0	0	0	4	3	4
4b	1	3	0	3	13	7	0	0	0
4c	1	3	3	0	0	0	0	0	0
4d	1	3	0	0	0	0	0	0	0
5a	3	11	0	0	0	0	0	0	0
5b	3	18	0	0	7	0	0	0	0
5c	3	18	0	0	7	0	0	0	0
5d	3	13	0	0	7	7	0	0	0
5e	3	13	0	0	0	0	0	0	0
5f	3	18	0	0	0	0	0	0	0
5g	3	15	0	0	0	0	0	0	0
5h	12	11	0	0	0	0	0	0	0
5i	12	12	0	0	0	0	0	0	0
6a	3	8	0	0	0	0	0	0	0

Total Waktu Operation (Jam)									
6b	3	18	0	0	7	0	0	0	0
6c	3	18	0	0	7	0	0	0	0
6d	3	13	0	0	7	7	0	0	0
6e	3	9	0	0	0	0	0	0	0
6f	3	11	0	0	0	0	0	0	0
6g	3	15	0	0	0	0	0	0	0
6h	12	8	0	0	0	0	0	0	0
6i	12	12	0	0	0	0	0	0	0
7a	1	5	0	0	0	0	0	0	3
7b	1	4	0	0	1	1	0	0	3
7c	1	3	4	0	0	0	0	0	3
7d	1	8	1	0	0	0	0	0	0
7e	1	3	0	0	0	0	0	0	3
7f	1	4	0	0	0	0	0	0	0
8a	11	0	0	0	0	0	0	6	11
8b	11	0	0	1	1	0	0	6	11
8c	7	8	0	0	0	0	0	6	7
8d	20	3	0	0	0	0	0	0	20
8e	7	0	0	0	0	0	0	6	7
8f	8	0	0	0	0	0	0	0	8

### D. Penjadwalan Aktual

Pada penjadwalan aktual yang diterapkan oleh PT XYZ pada proses *machining* dilakukan secara random. Urutan pengerjaan yang terdapat pada penjadwalan aktual yaitu 1a - 1b - 1c - 1d - 1e - 1f - 2a - 2b - 2c - 2d - 2e - 2f - 3a - 3b - 3c - 3d - 4a - 4b - 4c - 4d - 5a - 5b - 5c - 5d - 5e - 5f - 5g - 5h - 5i - 6a - 6b - 6c - 6d - 6e - 6f - 6g - 6h - 6i - 7a - 7b - 7c - 7d - 7e - 7f - 8a - 8b - 8c - 8d - 8e - 8f. Berdasarkan hasil penjadwalan tersebut nilai makespan yang dihasilkan sebesar 107 jam.

### C. Penjadwalan Algoritma Campbell Dudek Smith

Langkah pertama pada perhitungan CDS adalah menentukan jumlah iterasi atau nilai K sebagai alternatif untuk mendapatkan urutan *job* dengan nilai *makespan* terkecil. Nilai K diperoleh dari  $K = m - 1$ , m adalah jumlah mesin yang digunakan. Pada produksi komponen *hydraulic*, mesin yang digunakan berjumlah (delapan) sehingga nilai K adalah 7 (tujuh). Maka, akan terdapat 7 (tujuh) alternatif untuk mendapatkan urutan *job* dengan nilai *makespan* terkecil.

Setelah menentukan jumlah alternatif, selanjutnya menghitung nilai  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  untuk mencari urutan *job* yang memiliki waktu proses terkecil. Jika waktu minimum ditemukan pada  $t^*_{i,1}$  maka *job* diletakkan pada urutan awal penjadwalan dan jika waktu minimum ditemukan pada  $t^*_{i,2}$  maka *job* diletakkan pada akhir urutan penjadwalan. Pada alternatif 1,  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  adalah waktu proses yang sudah dimodifikasi untuk setiap *job*. Waktu proses pada  $t^*_{i,1}$  berasal dari mesin *turning* dan waktu proses  $t^*_{i,2}$  berasal dari mesin *welding*.

TABEL 4  
Nilai K=1

Simbol <i>Job</i>	K=1	
	$t^*(i,1)(TRN)$	$t^*(i,2)(WLD)$
1a	5	3
1b	5	3
1c	3	3
1d	9	0
1e	3	3
1f	4	0
2a	16	6
2b	16	6
2c	7	6
2d	26	0
2e	7	6
2f	11	0
3a	0	3
3b	2	0
3c	3	0
3d	3	0
4a	0	4
4b	3	0
4c	3	0
4d	3	0
5a	11	0
5b	18	0
5c	18	0
5d	13	0
5e	13	0
5f	18	0
5g	15	0
5h	11	0
5i	12	0
6a	8	0
6b	18	0
6c	18	0
6d	13	0
6e	9	0
6f	11	0
6g	15	0
6h	8	0
6i	12	0
7a	5	3
7b	4	3
7c	3	3
7d	8	0

Simbol <i>Job</i>	K=1	
	$t^*(i,1)(TRN)$	$t^*(i,2)(WLD)$
7e	3	3
7f	4	0
8a	11	6
8b	11	6
8c	7	6
8d	20	0
8e	7	6
8f	8	0

Tabel 4 merupakan waktu proses  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  untuk  $K=1$  yang telah diperoleh. Setelah itu, melakukan pengurutan nilai  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  berdasarkan nilai yang terkecil. Penempatan urutan *job* masih berdasarkan aturan jika waktu minimum ditemukan pada  $t^*_{i,1}$  maka *job* ditempatkan pada urutan awal penjadwalan dan sebaliknya jika waktu minimum ditemukan di  $t^*_{i,2}$  maka *job* ditempatkan pada urutan akhir penjadwalan.

Berdasarkan hasil perhitungan dari urutan penjadwalan alternatif  $K=1$ , diperoleh urutan *job* sebagai berikut 3a – 4a – 3d – 3b – 3c – 4b – 4c – 4d – 2e – 8e – 8a – 8b – 2c – 8c – 2a – 2b – 1e – 7e – 7b – 1b – 1a – 7a – 1c – 7c – 1f – 7f – 7d – 8f – 1d – 2f – 8d – 2d – 6a – 6h – 6e – 5a – 5h – 6f – 5i – 6i – 5d – 5e – 6d – 5g – 6g – 5f – 5b – 5c – 6b – 6c. Setelah itu, mencari nilai *makespan* pada *job* yang telah diurutkan berdasarkan mesin paralel. Pada urutan penjadwalan iterasi pertama  $K=1$  menghasilkan nilai *makespan* sebesar 93 jam. Tabel 5 merupakan tabel yang berisi hasil perhitungan dari ketujuh iterasi yang telah dilakukan.

TABEL 5  
Iterasi Algoritma CDS

Iterasi	Algoritma Campbell Dudek Smith	
	Urutan <i>Job</i>	<i>Makespan</i> (Jam)
1	3a – 4a – 3d – 3b – 3c – 4b – 4c – 4d – 2e – 8e – 8a – 8b – 2c – 8c – 2a – 2b – 1e – 7e – 7b – 1b – 1a – 7a – 1c – 7c – 1f – 7f – 7d – 8f – 1d – 2f – 8d – 2d – 6a – 6h – 6e – 5a – 5h – 6f – 5i – 6i – 5d – 5e – 6d – 5g – 6g – 5f – 5b – 5c – 6b – 6c.	93
2	3a – 4a – 3b – 3d – 4b – 4d – 3c – 4c – 2e – 8e – 8a – 8b – 2c – 8c – 2a – 2b – 1e – 7e – 7b – 1b – 1a – 7a – 1c – 7c – 1f – 7f – 8f – 7d – 1d – 2f – 8d – 2d – 6a – 6h – 6e – 5a – 5h – 6f – 5i – 6i – 5d – 5e – 6d – 5g – 6g – 5f – 5b – 5c – 6b – 6c.	95
3	3a – 4a – 3d – 4d – 3b – 3c – 4b – 4c – 2e – 8e – 8a – 8b – 8c – 2c – 2b – 2a – 1e – 7e – 7b – 1b – 1a – 7a – 1a – 7c – 1c – 7c – 1f – 7f – 8f – 7d – 1d – 2f – 8d – 2d – 6a – 6h – 6e – 5a – 5h – 6f –	96



Iterasi	Algoritma Campbell Dudek Smith	
	Urutan Job	Makespan (Jam)
	5i - 6i - 5d - 5e - 6d - 5g - 6g - 5f - 5b - 5c - 6b - 6c	
4	3a - 4a - 3b - 4b - 3d - 4d - 3c - 4c - 8b - 2b - 8e - 8a - 2c - 8c - 2a - 1b - 7b - 1e - 7e - 7a - 1a - 7c - 1c - 7f - 1f - 8f - 7d - 1d - 2f - 8d - 2d - 5d - 6d - 6a - 6h - 6e - 5a - 5h - 6f - 5i - 6i - 5e - 5g - 6g - 5f - 5b - 5c - 6b - 6c	96
5	3a - 4a - 4b - 3b - 3d - 4d - 3c - 4c - 8b - 2b - 2e - 8e - 8a - 2c - 8c - 2a - 7b - 1b - 1e - 7e - 1a - 7a - 1c - 7c - 1f - 7f - 8f - 8f - 7d - 1d - 2f - 8d - 2d - 5d - 6d - 5b - 5c - 6b - 6c - 6a - 6h - 6e - 5a - 5h - 6f - 5i - 6i - 5e - 5g - 6g - 5f .	98
6	3a - 4a - 4b - 3b - 3d - 4d - 3c - 4c - 8b - 2b - 8e - 8a - 2c - 8c - 2a - 7b - 1b - 1e - 7e - 1a - 7a - 1c - 7c - 1f - 7f - 8f - 8f - 7d - 1d - 2f - 8d - 2d - 5d - 6d - 5b - 5c - 6b - 6c - 6a - 6h - 6e - 5a - 5h - 6f - 5i - 6i - 5e - 5g - 6g - 5f	98
7	3a - 4a - 4b - 3b - 3c - 4c - 3d - 4d - 2c - 8c - 8b - 2b - 1c - 7c - 2e - 8e - 8a - 2a - 1b - 7b - 1e - 7e - 1a - 7a - 8d - 2d - 1d - 7d - 1f - 7f - 8f - 2f - 5d - 6d - 5b - 5c - 6b - 6c - 6a - 6h - 6e - 5a - 5h - 6f - 5i - 6i - 5e - 5g - 6g - 5f.	92

Pada Tabel 5 terdapat hasil perhitungan untuk seluruh iterasi yang telah dilakukan. Pemilihan penjadwalan terbaik dilakukan dengan memilih urutan penjadwalan yang memiliki nilai *makespan* terkecil. Berdasarkan perhitungan tersebut, penjadwalan usulan menggunakan algoritma *Campbell Dudek*

*Smith* dilakukan dengan urutan *job* dari alternatif K=7 yaitu 3a - 4a - 4b - 3b - 3c - 4c - 3d - 4d - 2c - 8c - 8b - 2b - 1c - 7c - 2e - 8e - 8a - 2a - 1b - 7b - 1e - 7e - 1a - 7a - 8d - 2d - 1d - 7d - 1f - 7f - 8f - 2f - 5d - 6d - 5b - 5c - 6b - 6c - 6a - 6h - 6e - 5a - 5h - 6f - 5i - 6i - 5e - 5g - 6g - 5f. yang menghasilkan nilai *makespan* terkecil yaitu sebesar 92 jam.

## V. KESIMPULAN

Penjadwalan usulan menggunakan Algoritma *Campbell Dudek Smith* menghasilkan nilai *makespan* sebesar 92 jam atau 11,5 hari untuk menyelesaikan seluruh *job* dengan urutan sebagai berikut: 3a - 4a - 4b - 3b - 3c - 4c - 3d - 4d - 2c - 8c - 8b - 2b - 1c - 7c - 2e - 8e - 8a - 2a - 1b - 7b - 1e - 7e - 1a - 7a - 8d - 2d - 1d - 7d - 1f - 7f - 8f - 2f - 5d - 6d - 5b - 5c - 6b - 6c - 6a - 6h - 6e - 5a - 5h - 6f - 5i - 6i - 5e - 5g - 6g - 5f.. Berdasarkan hasil penjadwalan aktual dan usulan, diketahui bahwa terdapat pengurangan nilai *makespan* pada penjadwalan usulan menggunakan *Campbell Dudek Smith* dengan nilai pengurangan sebesar 14% atau 15 jam.

## REFERENSI

- [1] L. Gozali, V. Eliyanti, L. Widodo, F. J. Daywin, A. P. Irawan, and H. Tanujaya, "Flowshop Production Scheduling using CDS, Tabu Search, and Genetic Algorithm (Case Studies: CV. Mega Abadi)," 2021.
- [2] K. Peeters and H. van Ooijen, "Hybrid make-to-stock and make-to-order systems: a taxonomic review," Aug. 02, 2020, Taylor and Francis Ltd. doi: 10.1080/00207543.2020.1778204.
- [3] Ch. D. Kusmindari, A. Alfian, and S. Hardini, *Production Planning and Inventory Control*, 1st ed. Yogyakarta: Deepublish, 2019.
- [4] Baker and Trietsch, *Principles of Sequencing and Scheduling*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2019.
- [5] R. Ginting, *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.