

Perancangan Penjadwalan *Flow Shop* Dengan Metode Algoritma *Campbell Dudek Smith* (CDS) Untuk Meminimasi *Makespan* Pada Proses Percetakan Buku di PT. XYZ

1st Marsa Kalbu Pratama
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
marsakp@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Haris Rachmat
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
harisrachmat@telkomuniversity.ac.id

3rd Tatang Mulyana
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
tatangmulyana@telkomuniversity.ac.id

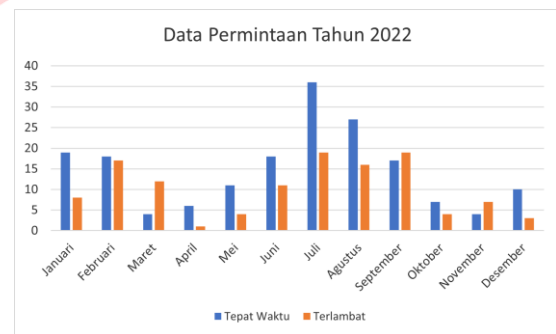
Abstrak — PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan penerbitan buku dan percetakan di Jawa Barat. Dalam menjalankan proses produksinya, PT. XYZ menerapkan penjadwalan produksi dengan jenis *flow shop*. Pada bulan Maret tahun 2022, terdapat 16 pesanan buku yang ada di PT. XYZ. Dari 16 pesanan buku yang ada di PT. XYZ tersebut, terdapat 4 pesanan yang dapat dipenuhi sesuai dengan *due date* dari pesanan, sedangkan 12 pesanan lainnya tidak dapat dipenuhi sesuai dengan *due date* sehingga pesanan tersebut terlambat. Untuk dapat mengetahui akar permasalahan dari keterlambatan untuk memenuhi pesanan di PT. XYZ, dilakukan identifikasi menggunakan *fishbone diagram*. Berdasarkan faktor – faktor yang telah didapat dari hasil identifikasi permasalahan menggunakan metode *fishbone diagram*, penelitian ini berfokus terhadap solusi permasalahan dari faktor metode. Pada penjadwalan aktual dengan metode *First Come First Serve* (FCFS), didapatkan nilai *makespan* yang dihasilkan sebesar 2691.97 menit. Pada penjadwalan usulan dengan metode algoritma *Campbell Dudek Smith* (CDS) didapatkan nilai *makespan* yang dihasilkan sebesar 2622.21 menit. Berdasarkan hasil penjadwalan aktual dan usulan, terdapat pengurangan nilai *makespan* apabila menggunakan penjadwalan usulan dengan nilai pengurangan sebesar 69.96 menit atau 2.6%

Kata kunci — Keterlambatan, Penjadwalan, Minimasi, *Makespan*, Algoritma

I. PENDAHULUAN

Perencanaan produksi merupakan suatu proses yang berkaitan dengan menentukan jenis yang diproduksi, jumlah yang diproduksi, waktu dari produksi, dan sumber daya yang dibutuhkan untuk produksi [1]. PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang penerbitan dan percetakan di Jawa Barat. PT XYZ berkonsentrasi dalam menerbitkan dan mencetak buku – buku teks pelajaran serta buku pendamping aktivitas siswa, mulai dari jenjang Paud hingga SMA. Dalam menjalankan proses produksinya, PT. XYZ menerapkan penjadwalan produksi dengan jenis *flow shop*, dimana pada penjadwalan dengan model *flow shop* unit akan bergerak terus bergeser melalui stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk. [2]. PT. XYZ tidak terlepas dari adanya permasalahan keterlambatan dalam pemenuhan

pesanan. Berikut merupakan data pesanan buku paket di PT. XYZ pada tahun 2022.



GAMBAR 1
Data pesanan buku paket tahun 2022

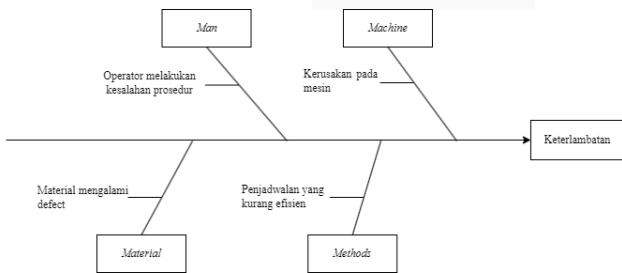
Gambar 1 merupakan grafik terkait data pesanan buku paket tahun 2022 di PT. XYZ. Pada gambar diatas, grafik menunjukkan pesanan yang dapat dipenuhi secara tepat waktu dan pesanan yang mengalami keterlambatan. Berdasarkan gambar tersebut, keterlambatan terbanyak terjadi pada bulan Maret tahun 2022. Berikut merupakan tabel pesanan pada bulan Maret tahun 2022.

TABEL 1

Data keterlambatan pesanan buku paket bulan Maret tahun 2022

Pesanan	Kuantitas	Tanggal Mulai Produksi	Due Date	Tanggal Selesai Produksi	Status	Keterlambatan (Hari)
J1	4880	22/03/2022	25/03/2022	24/03/2022	On-time	-
J2	4325	22/03/2022	25/03/2022	24/03/2022	On-time	-
J3	4373	23/03/2022	25/03/2022	24/03/2022	On-time	-
J4	4784	23/03/2022	25/03/2022	24/03/2022	On-time	-
J5	4955	24/03/2022	25/03/2022	26/03/2022	Tardy	1
J6	4692	24/03/2022	25/03/2022	26/03/2022	Tardy	1
J7	5006	24/03/2022	25/03/2022	26/03/2022	Tardy	1
J8	4955	24/03/2022	25/03/2022	26/03/2022	Tardy	1
J9	4078	24/03/2022	25/03/2022	27/03/2022	Tardy	2
J10	4726	24/03/2022	25/03/2022	27/03/2022	Tardy	2
J11	4425	24/03/2022	25/03/2022	27/03/2022	Tardy	2
J12	4559	24/03/2022	25/03/2022	27/03/2022	Tardy	2
J13	5043	24/03/2022	25/03/2022	28/03/2022	Tardy	3
J14	4763	24/03/2022	25/03/2022	28/03/2022	Tardy	3
J15	4247	24/03/2022	25/03/2022	28/03/2022	Tardy	3
J16	4904	24/03/2022	25/03/2022	28/03/2022	Tardy	3

Tabel 1 merupakan data keterlambatan pesanan buku paket di PT. XYZ pada bulan Maret tahun 2022. Berdasarkan tabel diatas, terdapat 16 pesanan yang ada di PT. XYZ. Dari 16 pesanan buku tersebut, terdapat 4 pesanan yang dapat dipenuhi sesuai dengan *due date* dari pesanan tersebut. Selain itu, terdapat 12 pesanan yang tidak dapat dipenuhi sesuai dengan *due date* sehingga pesanan tersebut *tardy* atau terlambat. Untuk dapat mengetahui akar permasalahan dari keterlambatan dalam memenuhi pesanan di PT. XYZ, identifikasi masalah dilakukan dengan *fishbone diagram*.



GAMBAR 2

Fishbone diagram permasalahan keterlambatan di PT. XYZ

Gambar 2 merupakan hasil identifikasi permasalahan menggunakan metode *fishbone diagram*. Pada identifikasi permasalahan dengan menggunakan metode *fishbone diagram* didapatkan akar permasalahan dari keterlambatan pada PT. XYZ yang terdiri dari empat faktor. Empat faktor tersebut terdiri dari faktor manusia, faktor mesin, faktor material, dan faktor metode. Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan diatas, metode penjadwalan yang kurang efisien menjadi akar masalah utama pada keterlambatan dalam memenuhi pesanan yang terjadi di PT. XYZ. Potensi solusi dari masalah utama tersebut dapat diselesaikan dengan melakukan perbaikan metode penjadwalan dengan menggunakan metode yang lebih efisien. PT. XYZ saat ini menerapkan metode penjadwalan *First Come First Serve (FCFS)* dimana metode tersebut memiliki kekurangan yaitu nilai rata – rata untuk *waiting time* yang dihasilkan tinggi dan terjadi *convoy effect* [3]. Berdasarkan hal tersebut maka metode FCFS memiliki kekurangan yaitu nilai *makespan* yang dihasilkan tinggi. Pada penelitian ini, perancangan penjadwalan usulan

dilakukan dengan metode algoritma *Campbell Dudek Smith (CDS)* untuk meminimasi *makespan* pada proses percetakan buku di PT. XYZ.

II. KAJIAN TEORI

A. Penjadwalan

Penjadwalan merupakan kegiatan pengambilan keputusan yang diterapkan pada industri manufaktur dan jasa, dimana kegiatan ini berkaitan dengan penentuan sumber daya yang akan digunakan dalam jangka waktu yang telah ditentukan untuk mengoptimalkan tujuan [4].

B. Pengukuran Waktu

Pada penelitian ini terdapat pengukuran dari tiga jenis waktu yaitu:

1. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah rentang waktu yang digunakan untuk melakukan pekerjaan, dan ditemukan pada pekerjaan atau kegiatan yang diulang secara beraturan [1].

2. Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu yang diperoleh melalui perhitungan dengan cara mengalikan rata-rata waktu siklus dengan faktor penyesuaian [5].

3. Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan oleh pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilakukan dalam kondisi kerja yang optimal [5].

C. Pengujian Data

Pada penelitian ini, dilakukan tiga tahap pengujian data yaitu:

1. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data adalah pengujian data yang berfungsi untuk membuat data dalam batas kendali, dimana data yang diluar batas kendali dihilangkan sehingga data menjadi seragam [6].

2. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data merupakan pengujian yang berfungsi untuk menentukan kecukupan jumlah data yang akan digunakan [6].

3. Uji Normalitas Data

Uji normalitas data merupakan pengujian yang berfungsi untuk membuktikan data yang diperoleh telah terdistribusi secara normal atau tidak dengan menggunakan kurva [6].

D. Algoritma *Campbell Dudek Smith (CDS)*

Algoritma CDS merupakan metode yang menggunakan algoritma *Johnson* secara *heuristic* dengan menghasilkan beberapa penjadwalan dari penjadwalan terbaik yang dapat digunakan [6]. Adapun langkah penjadwalan menggunakan metode algoritma CDS yaitu [4]:

1. Pilih penjadwalan pertama ($K=1$). Untuk seluruh *job*, cari nilai terkecil dari $t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2}$ yaitu waktu proses pada mesin satu dan dua.
2. Jika waktu terkecil diperoleh pada mesin satu, letakkan *job* tersebut di awal jadwal. Jika waktu terkecil diperoleh pada mesin kedua, letakkan *job* tersebut di akhir jadwal.

- Jika terdapat *job* yang tersisa, maka langkah pertama dapat dilakukan hingga tidak terdapat *job* yang tersisa sehingga proses penjadwalan selesai.

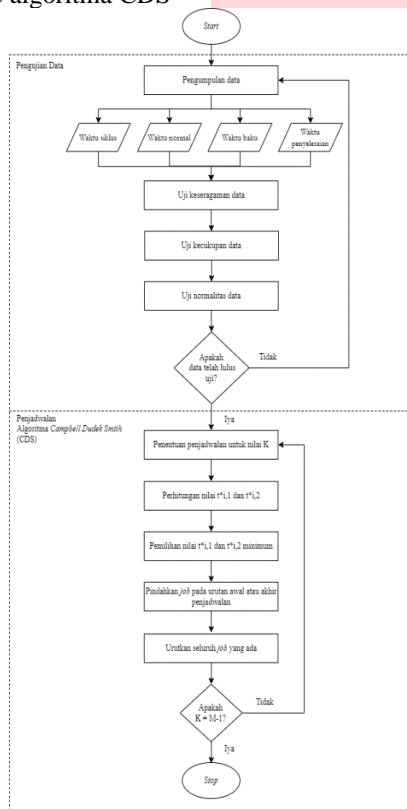
III. METODE

A. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, data yang dikumpulkan berupa data waktu operasional, data jenis mesin, data waktu siklus, data waktu normal, data waktu baku dan data waktu penyelesaian dari setiap *job*. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data ini melalui pengamatan secara langsung dan wawancara terhadap pekerja di perusahaan

B. Tahap Perancangan

Pada tahap perancangan, penjadwalan dilakukan dengan metode algoritma CDS



GAMBAR 3

Flowchart metode Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS)

C. Tahap Verifikasi

Pada tahap verifikasi, dilakukan perbandingan antara hasil penjadwalan usulan terhadap spesifikasi rancangan. Perbandingan berfungsi untuk mengetahui apakah penjadwalan usulan telah sesuai dengan spesifikasi rancangan yang telah ditentukan.

D. Tahap Validasi

Tahap validasi dilakukan dengan meminta feedback dari stakeholder yang ada di PT. XYZ. Feedback dari stakeholder PT. XYZ digunakan untuk mengetahui apakah hasil penjadwalan usulan dapat menyelesaikan permasalahan berupa minimasi nilai makespan pada PT. XYZ.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penjadwalan First Come First Serve (FCFS)

Metode FCFS merupakan metode penjadwalan eksisting yang terdapat di PT. XYZ. Metode ini dilakukan dengan cara yaitu urutan pengerjaan *job* sesuai dengan urutan *job* yang masuk. Berikut merupakan hasil penjadwalan eksisting pada PT. XYZ menggunakan metode FCFS.

TABEL 2

Hasil penjadwalan metode First Come First Serve (FCFS)

Job	M1		M2		M3		M4		M5	
	Start	Finish	Start	Finish	Start	Finish	Start	Finish	Start	Finish
J1	0	95.27	95.27	213.79	95.27	208.67	208.67	353.83	353.83	522.49
J2	95.27	178.63	213.79	305.71	208.67	296.61	353.83	466.40	522.49	653.28
J3	178.63	261.99	305.71	398.64	296.61	385.53	466.40	580.22	653.28	785.53
J4	261.99	345.35	398.64	500.31	385.53	482.81	580.22	704.74	785.53	930.20
J5	345.35	428.71	500.31	605.62	482.81	583.56	704.74	833.71	930.20	1080.05
J6	428.71	512.07	605.62	705.33	583.56	678.96	833.71	955.83	1080.05	1221.94
J7	512.07	607.34	705.33	826.92	678.96	795.30	955.83	1104.74	1221.94	1394.95
J8	607.34	690.70	826.92	932.22	795.30	896.05	1104.74	1233.71	1394.95	1544.80
J9	690.70	785.96	932.22	1031.27	896.05	990.81	1233.71	1355.01	1544.80	1685.74
J10	785.96	869.32	1031.27	1131.70	990.81	1086.91	1355.01	1478.02	1685.74	1828.66
J11	869.32	952.68	1131.70	1225.74	1086.91	1176.89	1478.02	1593.19	1828.66	1962.47
J12	952.68	1036.04	1225.74	1322.63	1176.89	1269.59	1593.19	1711.85	1962.47	2100.34
J13	1036.04	1119.40	1322.63	1429.81	1269.59	1372.13	1711.85	1843.11	2100.34	2252.85
J14	1119.40	1202.76	1429.81	1531.03	1372.13	1468.98	1843.11	1967.08	2252.85	2396.89
J15	1202.76	1298.03	1531.03	1634.18	1468.98	1567.67	1967.08	2093.41	2396.89	2543.67
J16	1298.03	1381.39	1634.18	1738.40	1567.67	1667.38	2093.41	2221.06	2543.67	2691.97

Pada penjadwalan eksisting yang terdapat di PT. XYZ, urutan pengerjaan *job* yaitu J1-J2-J3-J4-J5-J6-J7-J8-J9-J10-J11-J12-J13-J14-J15-J16. Berdasarkan hasil penjadwalan menggunakan metode FCFS tersebut, nilai *makespan* yang ditandai dengan warna kuning pada tabel diatas sebesar 2691.97 menit. Nilai *mean flow time* didapatkan dengan menghitung waktu rata – rata penyelesaian *job* dan didapatkan nilai sebesar 1599.74 menit.

B. Penjadwalan Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS)

Pada penelitian ini, algoritma CDS merupakan metode yang digunakan dalam melakukan perancangan penjadwalan usulan di PT. XYZ. Pada penelitian ini terdapat 4 iterasi, dimana nilai tersebut didapatkan sesuai dengan rumus dalam menentukan jumlah iterasi yaitu $K = m - 1$. Berikut merupakan tabel waktu proses dari *job* pada bulan Maret tahun 2022.

TABEL 3

Waktu proses dari *job* pada bulan Maret tahun 2022

	M1	M2	M3	M4	M5
J1	95.27	118.53	113.40	145.16	168.66
J2	83.36	91.91	87.94	112.57	130.79
J3	83.36	92.93	88.92	113.82	132.24
J4	83.36	101.67	97.28	124.52	144.67
J5	83.36	105.30	100.75	128.97	149.84
J6	83.36	99.71	95.40	122.12	141.89
J7	95.27	121.59	116.33	148.91	173.01
J8	83.36	105.30	100.75	128.97	149.84
J9	95.27	99.05	94.77	121.30	140.94
J10	83.36	100.44	96.10	123.01	142.92
J11	83.36	94.04	89.98	115.17	133.82
J12	83.36	96.89	92.70	118.66	137.87
J13	83.36	107.17	102.54	131.26	152.51
J14	83.36	101.22	96.85	123.97	144.04
J15	95.27	103.15	98.69	126.33	146.78
J16	83.36	104.22	99.72	127.64	148.30

Tabel 3 diatas merupakan tabel yang berisi waktu proses dari setiap *job* yang terdapat di bulan Maret tahun 2022. Pada tabel diatas, simbol J merepresentasikan job dan simbol M merepresentasikan mesin. Pada tahap ini dilakukan pembagian mesin menjadi dua set yaitu M-1 dan M-2. Untuk nilai pada M-1 merupakan waktu penyelesaian *job* pada mesin CTP (M1) dan untuk nilai pada M-2 merupakan waktu penyelesaian *job* pada mesin TSK Binding Inline (M5). Berikut merupakan nilai dari M-1 dan M-2 untuk iterasi pertama atau K=1.

TABEL 4
Waktu proses M-1 dan M-2 untuk K=1

	M-1 (M1)	M-2 (M5)
J1	95.27	168.66
J2	83.36	130.79
J3	83.36	132.24
J4	83.36	144.67
J5	83.36	149.84
J6	83.36	141.89
J7	95.27	173.01
J8	83.36	149.84
J9	95.27	140.94
J10	83.36	142.92
J11	83.36	133.82
J12	83.36	137.87
J13	83.36	152.51
J14	83.36	144.04
J15	95.27	146.78
J16	83.36	148.30

Tabel 4 diatas merupakan waktu proses M-1 dan M-2 untuk K=1 yang telah didapatkan. Setelah nilai dari M-1 dan M-2 didapatkan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengurutan nilai pada M-1 dan M-2 berdasarkan nilai yang terkecil. Pengurutan nilai M-1 dan M-2 dilakukan dengan cara yaitu apabila nilai nilai terkecil terdapat pada kolom M-1, maka *job* tersebut

ditempatkan di awal penjadwalan. Apabila nilai terkecil terdapat pada kolom M-2, maka *job* ditempatkan di akhir penjadwalan.

Pada penelitian ini, terdapat 48 urutan penjadwalan alternatif untuk iterasi 1. Urutan penjadwalan alternatif yang terdapat pada penelitian ini merupakan sebagian penjadwalan alternatif karena untuk mendapatkan seluruh alternatif yang ada dibutuhkan perhitungan menggunakan software karena jumlah alternatif yang dihasilkan sangat banyak.

Berdasarkan hasil perhitungan dari urutan penjadwalan alternatif, didapatkan urutan job dengan nilai waktu proses terkecil yaitu 83.36. Urutan job dengan nilai waktu proses sebesar 83.36 yaitu J2, J3, J4, J5, J6, J8, J10, J11, J12, J13, J14, J16. Selanjutnya dicari urutan job dengan nilai waktu proses terkecil kedua yaitu 95.27. Urutan job dengan nilai waktu proses sebesar 95.27 yaitu J9, J1, J5, J7. Berikut merupakan waktu proses dari job yang telah diurutkan pada iterasi pertama atau K=1

TABEL 5
Waktu proses job hasil pengurutan untuk K=1

	M1	M2	M3	M4	M5
J2	83.36	91.91	87.94	112.57	130.79
J3	83.36	92.93	88.92	113.82	132.24
J4	83.36	101.67	97.28	124.52	144.67
J5	83.36	105.30	100.75	128.97	149.84
J6	83.36	99.71	95.40	122.12	141.89
J8	83.36	105.30	100.75	128.97	149.84
J10	83.36	100.44	96.10	123.01	142.92
J11	83.36	94.04	89.98	115.17	133.82
J12	83.36	96.89	92.70	118.66	137.87
J13	83.36	107.17	102.54	131.26	152.51
J14	83.36	101.22	96.85	123.97	144.04
J16	83.36	104.22	99.72	127.64	148.30
J9	95.27	99.05	94.77	121.30	140.94
J1	95.27	118.53	113.40	145.16	168.66
J15	95.27	103.15	98.69	126.33	146.78
J7	95.27	121.59	116.33	148.91	173.01

Tabel 5 diatas merupakan waktu proses dari *job* yang telah diurutkan berdasarkan waktu proses terkecil. Waktu proses dari setiap *job* tersebut dibutuhkan untuk dapat mencari nilai *makespan* dari penjadwalan usulan. Selanjutnya adalah mencari nilai *makespan* dan *mean flow time* berdasarkan *job* yang telah diurutkan. Berikut merupakan hasil penjadwalan pada iterasi pertama atau K=1.

TABEL 6
Hasil penjadwalan untuk K=1

	M1		M2		M3		M4		M5	
	Start	Finish	Start	Finish	Start	Finish	Start	Finish	Start	Finish
J2	0	83.36	83.36	175.27	83.36	171.30	171.30	283.87	283.87	414.67
J3	83.36	166.72	175.27	268.21	171.30	260.22	283.87	397.69	414.67	546.91
J4	166.72	250.08	268.21	369.88	260.22	357.50	397.69	522.21	546.91	691.58
J5	250.08	333.44	369.88	475.18	357.50	458.25	522.21	651.18	691.58	841.43
J6	333.44	416.80	475.18	574.90	458.25	553.65	651.18	773.30	841.43	983.32
J8	416.80	500.16	574.90	680.20	553.65	654.41	773.30	902.27	983.32	1133.16
J10	500.16	583.52	680.20	780.64	654.41	750.50	902.27	1025.28	1133.16	1276.08
J11	583.52	666.88	780.64	874.68	750.50	840.48	1025.28	1140.45	1276.08	1409.90
J12	666.88	750.24	874.68	971.57	840.48	933.18	1140.45	1259.11	1409.90	1547.77
J13	750.24	833.60	971.57	1078.74	933.18	1035.72	1259.11	1390.37	1547.77	1700.28
J14	833.60	916.96	1078.74	1179.96	1035.72	1132.57	1390.37	1514.34	1700.28	1844.31
J16	916.96	1000.32	1179.96	1284.18	1132.57	1232.28	1514.34	1641.98	1844.31	1992.62
J9	1000.32	1095.59	1284.18	1383.23	1232.28	1327.05	1641.98	1763.28	1992.62	2133.56
J1	1095.59	1190.86	1383.23	1501.75	1327.05	1440.45	1763.28	1908.45	2133.56	2302.22
J15	1190.86	1286.12	1501.75	1604.91	1440.45	1539.15	1908.45	2034.78	2302.22	2449.00
J7	1286.12	1381.39	1604.91	1726.49	1539.15	1655.48	2034.78	2183.69	2449.00	2622.01

Tabel 6 diatas merupakan hasil penjadwalan untuk iterasi pertama atau K=1. Pada penjadwalan untuk iterasi pertama atau K=1 tersebut, urutan pengerjaan *job* yaitu J2-J3-J4-J5-J6-J8-J10-J11-J12-J13-J14-J16-J9-J1-J15-J7 dan nilai *makespan* yang dihasilkan pada penjadwalan tersebut dimana ditandai dengan warna kuning yaitu sebesar 2622.01 menit. Nilai *mean flow time* didapatkan dengan menghitung waktu rata – rata penyelesaian *job* dan didapatkan nilai sebesar 1493.05 menit. Berikut merupakan tabel yang berisi hasil perhitungan dari 4 iterasi yang telah dilakukan.

TABEL 7
Hasil perhitungan iterasi algoritma *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Iterasi	Urutan Job	Makespan (Menit)	Mean Flow Time (Menit)
1	J2-J3-J4-J5-J6-J8-J10-J11-J12-J13-J14-J16-J9-J1-J15-J7	2622.01	1493.05
2	J2-J3-J11-J12-J6-J10-J14-J4-J16-J5-J8-J13-J9-J15-J1-J7	2622.01	1482.04
3	J2-J3-J11-J12-J6-J10-J14-J4-J16-J9-J5-J8-J13-J15-J1-J7	2622.01	1480.21
4	J2-J3-J11-J12-J6-J10-J14-J4-J9-J16-J5-J8-J15-J13-J1-J7	2622.01	1479.39

Tabel 7 diatas merupakan hasil perhitungan untuk seluruh iterasi yang telah dilakukan. Untuk memilih penjadwalan yang terbaik adalah dengan cara memilih penjadwalan dengan nilai *makespan* dan *mean flow time* paling minimum. Dari keempat iterasi diatas, iterasi yang terpilih adalah iterasi 4 karena nilai *mean flow time* yang dihasilkan paling kecil. Berdasarkan hal tersebut, maka penjadwalan dengan algoritma CDS dilakukan dengan urutan pengerjaan *job* yaitu J2-J3-J11-J12-J6-J10-J14-J4-J9-J16-J5-J8-J15-J13-J1-J7 dengan menghasilkan *makespan* sebesar 2622.01 menit dan *mean flow time* sebesar 1479.39 menit.

V. KESIMPULAN

Pada penjadwalan usulan dengan metode algoritma CDS, didapatkan nilai *makespan* yang dihasilkan sebesar 2622.01 menit dengan urutan pengerjaan *job* yaitu J2-J3-J11-J12-J6-J10-J14-J4-J9-J16-J5-J8-J15-J13-J1-J7. Berdasarkan hasil penjadwalan eksisting dan usulan, terdapat pengurangan nilai *makespan* apabila menggunakan penjadwalan usulan dengan nilai pengurangan sebesar 69.96 menit atau 2.6%

REFERENSI

- [1] S. Sinulingga, Perencanaan Dan Pengendalian Produksi , vol. 1. Graha Ilmu, 2009.
- [2] Baker, K. R. (1974). Introduction to Sequencing and Scheduling. John Wiley & Sons, Inc.
- [3] N. Aditya, R. Sandora, and E. P. Purwanti, "Optimalisasi dan Penyelesaian Job Shop Scheduling Problem dengan Metode Algoritma Genetik (Studi Kasus Injection Mould Base Tumbler Upper Cap di PT. Berlina Tbk Pandaan, Pasuruan)," In Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application, vol. 4, no. 1, pp .65-74, 2020.
- [4] M. L. Pinedo, *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems, Fifth*. Springer, 2015.
- [5] R. Ginting, Penjadwalan Mesin, vol. 1. Graha Ilmu, 2009.
- [6] S. H. Susetyo, D. Roosmini, R. Prayoga, R. F. Dienta, and M. R. Septriana, "Evaluasi ergonomi di lingkungan kerja Perkantoran Dan Dampaknya Terhadap kesehatan," Jurnal Teknik Lingkungan, vol. 27, no. 2, pp. 12–22, 2021