

OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL DUDEK SMITH (DI PT. XYZ)

Fathurohman¹, Muhamad Sayuti², Alexander Lambas T³

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan Karawang
Jl. HS. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang,

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan Karawang
Jl. HS. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang,

³Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan Karawang
Jl. HS. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang,
Email: Fathurohman @ubpkarawang.ac.id

Abstrak

Penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Permasalahan muncul apabila pada tahapan operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. PT XYZ merupakan perusahaan jasa yang bergerak dalam bidang elektro plating, dimana proses pengerjaan dilakukan ketika mendapat permintaan dari customer. Kedatangan produk dari customer yang terlambat dan hal yang lainnya akan mempengaruhi proses pengerjaan produk yang akan di plating sehingga jadwal pengiriman kembali produk yang sudah di plating tidak sesuai jadwal sedangkan perusahaan tidak mempunyai stok persediaan. Karena itu optimasi penjadwalan mesin produksi yang baik akan mampu menghasilkan waktu pengerjaan yang baik. Campbell Dudek Smith merupakan metode untuk meningkatkan efisiensi dari urutan kedatangan job dengan jenis berbeda namun menggunakan rangkain mesin yang sama. Selain mengetahui jumlah mesin dan job serta jumlah dan urutan prosesnya produksinya, penelitian juga dilakukan dengan menghitung waktu proses tiap job. Berdasarkan hasil perbandingan antara iterasi terbaik CDS dengan metode FSCS perusahaan maka diketahui bahwa terdapat selisih waktu makespan sebesar 46990 detik atau sekitar 13,05 jam dan selisih waktu flowtime sebesar 216380 detik atau sekitar 60,1 jam.

Kata kunci: penjadwalan, campbell dudek smith, makespan

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan suatu kegiatan merencanakan suatu aktifitas berdasarkan waktu yang telah diatur untuk tercapainya suatu kegiatan. Menurut Jay Heizer dan Barry Render (2015). Tujuan dari penentuan jadwal adalah mengalokasikan dan memprioritaskan permintaan (yang dihasilkan oleh teknik peramalan atau order konsumen lainnya) pada fasilitas yang tersedia. Penjadwalan berkaitan dengan membangun waktu penggunaan sumber daya spesifik organisasi, yang berkaitan dengan penggunaan peralatan dan aktifitas manusia, penjadwalan terjadi pada setiap organisasi terlepas dari apapun kegiatannya (William J. Stevenson, 2015)

PT. XYZ merupakan industri jasa yang bergerak di bidang electroplating. Electroplating adalah suatu kegiatan proses melapisi metal dengan logam lain menggunakan sistem elektrolisa, dengan tujuan untuk merubah tampilan metal menjadi tampak berbeda dari tampilan aslinya serta dengan tujuan utama yaitu mengubah atau membuat kualitas permukaan suatu benda menjadi lebih baik atau lebih indah. PT. XYZ bukan merupakan perusahaan manufaktur yang membuat suatu barang melainkan perusahaan jasa yang melakukan kegiatan electroplating dimana perusahaan tersebut menerima keuntungan atau imbalan dari jasa proses pengolahannya saja sedangkan komponen awal dan komponen hasil proses electroplating dirakit di perusahaan lain yang melakukan proses electroplating di PT. XYZ

PT. XYZ melakukan proses *electroplating* berdasarkan job order dari pelanggan, Sebab itu industri jasa sangat diharapkan mampu memenuhi seluruh permintaan customer dengan segala tantangan yang ada sehingga dapat bersaing dan mampu bertahan dari ancaman perusahaan yang bergerak di bidang yang sama. Kemampuan untuk memenuhi permintaan konsumen ini tentunya harus diimbangi dengan adanya penjadwalan serta pengendalian produksi yang baik agar proses produksi dapat stabil, efisien serta mampu memenuhi permintaan pelanggan dengan tepat waktu. PT. XYZ memiliki 3 line produksi antara lain yaitu: Nickel Chrome, Zinc Barrel, dan Zinc Rack untuk memenuhi permintaan proses plating dari customer. dari 3 line tersebut juga memiliki shift kerja yang berbeda yaitu line Nickel chrome dengan 2 shift, Zinc Barrel 2 shift, dan Zinc Rack 1 shift.

Line Zinc Barrel khususnya pada produk Cap Outer sering terjadi masalah yaitu keterlambatan delivery produk dari customer untuk dilakukan proses plating di line zinc barrel sehingga tentunya jadwal penyelesaian

produksi tidak dapat terpenuhi karena produk yang akan di proses terlambat kedatangannya, namun customer mengharapkan agar hasil produk yang sudah melalui proses line Zinc barrel dapat dikirim kembali kepada customer sesuai jadwal yang sudah ditentukan sedangkan perusahaan tidak mempunyai stok WIP dan juga tentunya akan mengganggu proses plating produk lain yang dilakukan di line Zinc Barrel. Karena itu penjadwalan dengan meminimasi waktu pengerjaan (makespan) diperlukan agar batas waktu pengerjaan yang diberikan konsumen terhadap perusahaan dapat terpenuhi dan produktifitas meningkat.

Berdasarkan data proses zinc barrel pada bulan maret 2019 menunjukkan bahwa produk Cap Outer merupakan produk dengan jumlah barrel yang paling banyak diminta konsumen untuk dilakukan proses pelapisan. Sedangkan produk tersebut juga merupakan produk yang sering terjadi keterlambatan pengiriman produk dari konsumen untuk dilakukan proses plating atau pelapisan, Cap Outer memiliki persentase sekitar 32,54 % dari jumlah seluruh item produk yang di proses di line zinc barrel.

Dengan jumlah persentase yang cukup besar tersebut maka tentunya akan cukup mengganggu pekerjaan item produk yang lain apabila terjadi suatu masalah terkait delivery dan proses pengerjaan. Beberapa masalah ini yang menjadi dasar adanya rencana penelitian mengenai Penjadwalan Produksi menggunakan Campbell Dudek Smith di line Zinc Barrel PT. XYZ.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan untuk menentukan penjadwalan penentuan Produksi menggunakan Campbell Dudek Smith di line Zinc di Perusahaan *electroplating* yang berlokasi di Kabupaten Karawang Jawa Barat. Hal yang terkait dengan penelitian ini adalah mengenai penjadwalan penentuan produksi.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder yang diperoleh dari perusahaan *electroplating* di Kabupaten Karawang. Data yang diperoleh terdiri dari hasil dari angket, interview dan observasi.

Metode Pengujian

Pada penelitian ini analisis data dimulai dengan mencari informasi terkait masalah yang ada di perusahaan atau tempat penelitian ini, kemudian pengumpulan data-data yang didapat dari hasil wawancara maupun data yang didapat dari hasil pengamatan. Data yang didapat antara lain yaitu waktu proses, waktu baku, data waktu pengerjaan.

Data-data tersebut kemudian diolah dan dianalisis dengan menggunakan microsoft excel. Data waktu proses yang didapat akan diolah menjadi suatu bentuk urutan job untuk mendapat waktu penyelesaian yang terbaik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Campbell Dudek Smith yang merupakan pengembangan dari algoritma johnson dengan membuat iterasi guna mendapatkan nilai makespan dan flowtime terbaik. Adapun langkah yang dilakukan dalam metode ini antara lain sebagai berikut:

Untuk penjadwalan n job terhadap m mesin, dilakukan algoritma Johnson sebagai berikut:

1. Ambil penjadwalan pertama ($k = 1$). Untuk seluruh job yang ada, carilah harga $t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2}$ yang minimum yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua, dimana $t_{\times i,1}$ dan $t_{\times i,2} = t_{i,2}$
2. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama, (misal $t_{i,1}$), selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada awal deret penjadwalan dan bila waktu minimum didapat pada mesin kedua (misal $t_{i,2}$), tugas tersebut ditempatkan pada posisi akhir dari deret penjadwalan.
3. Pindahkanlah tugas-tugas tersebut dari daftarnya dan susun dalam bentuk deret penjadwalan. Jika masih ada job yang tersisa ulangi kembali langkah a, sebaliknya bila tidak ada lagi job yang tersisa, berarti penjadwalan telah selesai. Dengan demikian, waktu proses dari kedua mesin yaitu mesin pertama ($t_{\times i,1}$) dan mesin kedua ($t_{i,2}$) pada penjadwalan ke-k adalah :

$$t^*_{i,1} = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

Setelah dilakukan penjadwalan kedalam 2 mesin yaitu mesin pertama ($t_{\times i,1}$) dan mesin kedua ($t_{i,2}$) maka akan didapat nilai, nilai tersebutlah yang nanti kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan urutan job dalam suatu iterasi waktu proses pengerjaan.

Dari proses pembagian kedalam 2 mesin tersebut nanti akan dihasilkan suatu nilai, jika nilai terkecil ada di (m-1) maka letakkan job pada tabel iterasi bagian atas dan jika nilai terkecil ada di (m-2) maka letakkan job pada tabel iterasi bagian bawah.

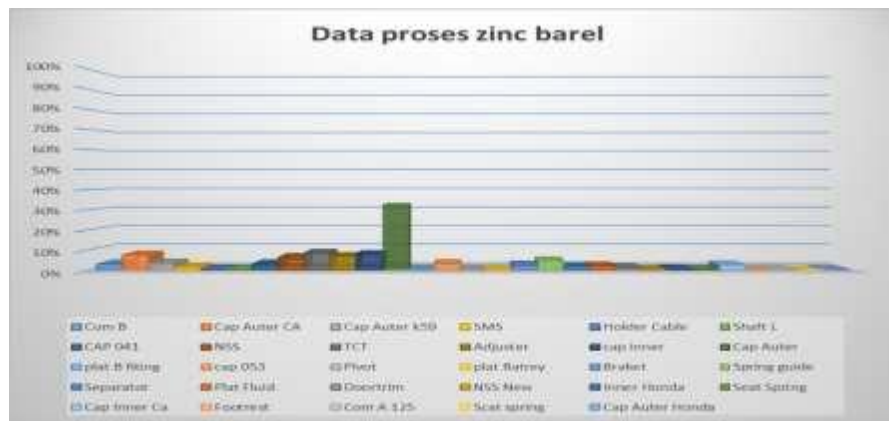
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu penelitian peranan dan fungsi data sangat penting dalam menunjang suatu penelitian, semakin banyak ketersediaan data pendukung yang dibutuhkan maka akan sangat membantu dalam proses pengolahan menggunakan metode yang dipilih oleh penulis dalam penyelesaian suatu permasalahan dalam penelitian .Data tersebut dimuat kedalam bentuk tabel seperti gambar berikut yang bertujuan untuk memberi gambaran tentang jumlah proses yang dilakukan dan item pekerjaan apa saja yang terdapat di line zinc barrel tersebut.

Tabel 1. Data Proses

Data proses plating dalam hitungan barrel (keranjang)			
Nomor	Job	jumlah barrel	%
1	Cap Outer	643	32,54%
2	TCT	168	8,50%
3	Cap Inner	154	7,79%
4	Cap Outer CA	149	7,54%
5	Adjuster	136	6,88%
6	NSS	124	6,28%
7	Spring guide	90	4,55%
8	Cap Outer k59	68	3,44%
9	Cap 053	62	3,14%
10	Cap 041	59	2,99%
11	Com B	58	2,94%
12	Cap Inner CA	51	2,58%
13	Braket	47	2,38%
14	Plat Fluid	38	1,92%
15	Separator	35	1,77%
16	SMS	30	1,52%
17	Doortrim	22	1,11%
18	Inner Honda	6	0,30%
19	Com A 125	5	0,25%
20	Plat B fitting	5	0,25%
21	Plat Batrey	5	0,25%
22	Shaft L	5	0,25%
23	Holder Cable	4	0,20%
24	Pivot	4	0,20%
25	Cap Outer Honda	2	0,10%
26	NSS New	2	0,10%
27	Seat spring	3	0,15%
28	Footrest	1	0,05%
Jumlah barrel yang di plating		1976	100,00%

Dari gambar histogram yang diambil dari data jumlah proses plating bulan Maret 2019, bahwa Cap Outer merupakan produk atau job yang paling banyak menerima orderan proses plating



Gambar 1. Histogram Proses bulan Maret 2019.

Setelah melihat 9 job/item tertinggi atau terbanyak maka dari job-job tersebut dilakukan pengambilan data waktu proses dari 9 job tersebut, tabel waktu proses tersebut dapat dilihat dari tabel yang ada dihalaman selanjutnya.

Tabel 2. Hasil Pengamatan waktu Proses

Job		Hasil pengamatan waktu proses produk (job)													
		Work Stasiun													
		Loading	Degreasing	Water Rinsing	Pickling	Water Rinsing	Zinc Plating	Water Rinsing	Activasi	Water Rinsing	Chromating	Water Rinsing	Hot Water Rinsing	Drying	Unloading
A	Cap Outer	170	600	300	420	90	4800	20	60	20	20	20	15	600	80
B	Cap Inner	180	600	350	420	60	3600	20	60	20	20	15	15	550	80
C	Cap Outer K 59	160	600	240	420	75	4800	15	60	15	30	20	10	580	85
D	Spring guide	120	600	120	300	90	3000	25	60	25	30	15	15	600	70

E	TCT	155	600	300	300	120	3000	25	60	25	30	15	10	600	90
F	Adjuster	165	450	240	300	120	3000	30	60	30	15	20	15	550	80
G	NSS	150	450	120	360	90	2700	15	60	15	20	15	20	560	90
H	Cap Outer CA	175	600	120	420	120	4800	20	60	20	20	20	15	600	80
I	Cap 053	145	600	240	420	90	3000	15	60	15	15	15	10	600	75

WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5	WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10	WS 11	WS 12	WS 13	WS 14
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

Keterangan:huruf alfabet diatas akan digunakan sebagai pengganti nama *item job*
Setelah didapat data waktu proses dari hasil pengamatan maka selanjutnya akan dicari data berdasarkan metode yang digunakan perusahaan, adapun data tersebut dapat kita lihat pada tabel 3

Tabel 3. Waktu penjadwalan dengan FCFS

Job		Penjadwalan dengan metode perusahaan (FCFS)														Total proses (detik)	Waktu Kumulatif (detik)
		Mesin/WS															
		Total waktu proses per Work Station/WS (dalam satuan detik)															
WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5	WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10	WS 11	WS 12	WS 13	WS 14				
Cap Outer	A	170	600	300	420	90	4800	20	60	20	20	15	600	80	705	7215	
Cap Outer	B	180	600	350	420	60	3600	20	60	20	20	15	550	80	590	1305	
Cap Outer K. 54	C	160	600	240	420	75	4800	15	60	15	30	20	10	580	85	710	2015
Spring guide	D	120	600	120	300	90	3000	25	60	25	30	15	15	600	70	500	2585
TCT	E	155	600	300	300	120	3000	25	60	25	30	15	10	600	90	530	3075
Adjuster	F	165	450	240	300	120	3000	30	60	30	15	20	15	550	80	505	2790
NSS	G	150	450	120	360	90	2700	15	60	15	20	15	20	560	90	465	4455
Cap Outer CA	H	175	600	120	420	120	4800	20	60	20	20	20	15	600	80	700	4515
Cap 053	I	145	600	240	420	90	3000	15	60	15	15	15	10	600	75	500	2740

Sumber: Data Perusahaan



Berdasarkan rumus $K=M-1$ maka total iterasi yang akan diambil yaitu 13 iterasi karena total Work Stasiun ada 14 dan jika dikurangi 1 berdasarkan rumus maka iterasi yang dibuat berjumlah 13 iterasi

Nilai (M-1) diambil dari nilai WS 1 sedangkan nilai (M-2) diambil dari WS terakhir atau WS 14, kemudian dari hasil tersebut akan diambil nilai terkecil untuk digunakan pada perhitungan total nilai waktu proses tiap iterasi. Jika nilai terkecil berada pada M-1 maka job tersebut diletakan pada urutan dari atas sedangkan jika nilai terkecil terdapat pada M-2 maka job tersebut diletakan pada urutan job dari bawah

Tabel 4 Total Waktu Proses CDS Iterasi 1

Job		Total waktu proses Iterasi pertama CDS														
		Mesin/WS														
		Total waktu proses (detik)														
WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5	WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10	WS 11	WS 12	WS 13	WS 14			
G	150	600	720	1080	1170	3870	3885	3945	3960	3980	3995	4015	4575	4665		
E	305	905	1205	1505	1625	4625	4650	4710	4735	4765	4780	4790	5390	5480		
C	465	1065	1305	1725	1800	6600	6615	6675	6690	6720	6740	6750	7330	7415		
F	630	1080	1320	1620	1740	4740	4770	4830	4860	4875	4895	4910	5460	5540		
A	800	1400	1700	2120	2210	7010	7030	7090	7110	7130	7150	7165	7765	7845		
H	975	1575	1695	2115	2235	7035	7055	7115	7135	7155	7175	7190	7790	7870		
B	1155	1755	2105	2525	2585	6185	6205	6265	6285	6305	6320	6335	6885	6965		
I	1300	1900	2140	2560	2650	5650	5665	5725	5740	5755	5770	5780	6380	6455		
D	1420	2500	2260	2860	2740	8650	5690	5785	5765	5785	5785	5795	6980	6525		

Makspan 6525
Flowtime 58760

Nilai waktu proses yang terdapat di tabel di peroleh dari nilai dari hasil pengamatan waktu proses yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan cara menjumlahkan Kumulatif nilai yaitu Kumulatif di Baris 1 dan juga Kumulatif di Kolom 1, lalu setelah itu dilakukan penjumlahan kumulatif baris 2 dan seterusnya sampai baris ke

8. Penjumlahan kumulatif tersebut dilakukan dengan tetap mengambil nilai dari hasil pengamatan waktu proses dalam penjumlahan kumulatifnya. Untuk nilai pada job terakhir atau baris ke 9 dilakukan perhitungan yang berbeda yaitu dengan cara menjumlahkan nilai dari kolom 8 dengan nilai kolom job terakhir untuk mengisi nilai di baris 9. Nilai makespan yang muncul didapat dari nilai job terakhir dan work stasiun terakhir, sedangkan total flow time dari penjumlahan kumulatif seluruh nilai yang ada di stasiun terakhir yang sebelumnya telah dilakukan perhitungan setiap barisnya. Dari CDS ke 8 maka didapat urutan iterasi yaitu job atau produk E-D-H-A- C-I-F-G-B, urutan iterasi diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan metode CDS. Untuk nilai (M-1) diperoleh dari dari penjumlahan nilai di WS 1+WS 2+WS 3+WS 4+ WS 5+WS 6+WS 7 sedangkan nilai (M-2) dari penjumlahan nilai WS 8+WS 9+WS 10+WS 11+WS 12+WS 13+WS 14

Tabel 5. Total waktu proses CDS Iterasi 8

Job	Mesin/WS														
	Total waktu proses (detik)														
	WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5	WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10	WS 11	WS 12	WS 13	WS 14	
E	155	755	1055	1355	1475	4475	4500	4560	4585	4615	4630	4640	5240	5330	
D	275	875	995	1295	1385	4385	4430	4470	4495	4525	4540	4555	5155	5225	
H	450	1050	1170	1590	1710	6510	6530	6590	6610	6630	6650	6665	7265	7345	
A	620	1220	1520	1940	2030	6830	6850	6910	6930	6950	6970	6985	7585	7665	
C	780	1380	1620	2040	2115	6915	6930	6990	7005	7035	7055	7065	7665	7730	
I	925	1525	1765	2185	2275	5275	5290	5330	5365	5380	5395	5405	6005	6080	
F	1090	1375	1615	2065	2185	5275	5305	5350	5380	5380	5400	5410	5960	6085	
G	1340	1690	1810	2170	2260	4960	4975	5035	5050	5070	5085	5105	5665	5755	
B	1420	2290	2160	2590	2320	8560	4995	5095	5070	5090	5100	5120	6215	5835	
														Makespan	5835
														Flow time	57050

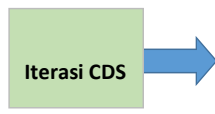
Tabel 6. Penjadwalan CDS Iterasi 13 Iterasi ketigabelas CDS

Job	Mesin/WS	
	Total waktu proses (detik)	
	M-1	M-2
A	7135	7045
B	5910	5810
C	7025	6950
D	5000	4950
E	5240	5175
F	4995	4910
G	4575	4515
H	6990	6895
I	5225	5155

Tabel 7 Total Waktu Proses CDS Iterasi 1

Job	Mesin/WS														
	Total waktu proses (detik)														
	WS 1	WS 2	WS 3	WS 4	WS 5	WS 6	WS 7	WS 8	WS 9	WS 10	WS 11	WS 12	WS 13	WS 14	
A	170	770	1070	1490	1580	6380	6400	6460	6480	6500	6520	6535	7135	7215	
C	330	930	1170	1590	1665	6465	6480	6540	6555	6585	6605	6615	7295	7280	
H	505	1105	1225	1645	1765	6565	6585	6645	6665	6685	6705	6720	7320	7400	
B	685	1285	1625	2055	2115	5715	5735	5795	5815	5835	5850	5865	6415	6495	
E	840	1440	1740	2040	2160	5160	5185	5245	5270	5300	5315	5325	5925	6015	
I	985	1585	1825	2245	2305	5335	5350	5410	5425	5440	5455	5465	6065	6140	
D	1105	1705	1825	2125	2215	5215	5240	5300	5325	5355	5370	5385	5985	6055	
F	1270	1720	1960	2260	2380	5380	5410	5470	5500	5515	5535	5550	6100	6180	
G	1420	2170	2080	2620	2470	8080	5425	5530	5515	5535	5550	5570	6660	6270	
														Makespan	6270
														Flow time	58050

Tabel 8. Rangkuman Iterasi CDS



Iterasi	Makespan (detik)	Flowtime (detik)
1	6525	58760
2	8270	59535
3	6230	57435
4	6230	57480
5	6230	57450
6	6230	57345
7	6230	57345
8	5835	57050
9	6270	59045
10	6515	59310
11	6270	59060
12	6525	61645
13	6270	59050
Waktu terendah	5835	57050

Dari hasil rangkuman 13 iterasi menggunakan metode CDS diketahui bahwa iterasi terbaik di dapat dari iterasi ke 8 yaitu dengan makespan 5835 detik atau sekitar 1,62 jam dan flow time 57050 detik atau sekitar 15,847 jam

Tabel 9. Perbandingan FCFS dengan CDS

	FSCS	CDS
Makespan	52825	5835
Flowtime	273430	57050

Berdasarkan hasil perbandingan antara iterasi terbaik CDS dengan metode FSCS perusahaan maka diketahui bahwa terdapat selisih waktu makespan sebesar 46990 detik atau sekitar 13,05 jam dan selisih waktu flowtime sebesar 216380 detik atau sekitar 60,1 jam. Dengan demikian diketahui bahwa metode CDS mampu menghemat waktu makespan sebesar 46990 detik atau sekitar 13,05 jam dan juga flowtime sebesar 216380 detik atau sekitar 60,1 jam

KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang dilakukan terkait dengan Optimasi penjadwalan produksi menggunakan metode Campbell Dudek Smith dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode Campbel Dudek Smith dapat diterapkan dalam penjadwalan operasi mesin di perusahaan jasa elektroplating bukan hanya dapat digunakan dalam operasi mesin perusahaan manufaktur yang bersifat *make to stock* tapi juga dapat diterapkan pada perusahaan yang menjalankan operasinya berdasarkan sistem *job order*
2. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa CDS mampu memberikan penjadwalan yang lebih optimal dibandingkan yang ada pada perusahaan, terutama ketika terjadi *urgent* akibat dari telat datangnya produk dari *customer* untuk dilakukan proses pelapisan atau *plating* yang tentunya akan mengakibatkan terlambatnya juga pengiriman produk yang sudah di *plating* tersebut untuk dikirim kembali kepada *customer* tersebut. Dari seluruh job yang ada di line zinc barrel, diambil 9 job tertinggi atau 9 job yang paling sering dilakukan proses pelapisan di line tersebut, 9 job tersebut dilihat berdasarkan jumlah barrel (bak keranjang) yang di proses. Berdasarkan hasil iterasi CDS 9 job tersebut diketahui bahwa dapat menghemat makespan sebesar sebesar 46990 detik dan juga flowtime sebesar 216380 detik
3. Dengan hal tersebut maka CDS dapat diterapkan di perusahaan tersebut untuk mengurangi keterlambatan produk Cap Outer yang sering terjadi telat *delivery* dari *customer* dan juga dapat diterapkan untuk mengoptimasi penjadwalan pekerjaan yang lain yang ada di line zinc barrel dengan memperhatikan job-job tersebut berdasarkan metode CDS

DAFTAR PUSTAKA

Christianta, Y., & Sunarni, T. (2012). Usulan Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek And Smith (Studi Kasus Pada PT PAN PANEL Palembang). *Semantik*, 2(1).

- Ervil, R., & Nurmayuni, D. (2018). Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (Cds) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan). *SAINS DAN TEKNOLOGI STTIND PADANG*, 18(2), 45-49.
- Fatmawati, W., Sukendar, I., & Suprobo, P. S. (2009). Penjadwalan Kerja Dengan Metode Algoritma Active Schedule dan Heuristic Schedule Untuk Minimasi Waktu Penyelesaian. dalam *Proceedings Seminar Nasional Teknologi Industri (SNT)*, Semarang.
- Ginting Rosnani. 2009. Penjadwalan mesin. Edisi pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Hapsari, I., & Soegiharto, S. (2012). Perbaikan Penjadwalan Percetakan di PT. Hamudha Prima Media, Surakarta. In *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Harto, S., Garside, A. K., & Utama, D. M. (2016). penjadwalan produksi menggunakan algoritma jadwal non delay untuk meminimalkan makespan studi kasus di cv. Bima mebel. *Spektrum Industri*, 14(1), 79-88.
- Heizer Jay & Render Barry. 2017. *Manajemen operasi manajemen keberlangsungan dan rantai pasokan*. Jakarta: Salemba Empat
- Nurhasanah, N., Haidar, F. Z., Hidayat, S., Listianingsih, A., Agustini, D. U., & Hasanati, N. U. (2014). Penjadwalan Produksi Industri Garmen dengan Simulasi Flexsim. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(3), 141-148.
- Santoso & Rainisa. 2017. *Perencanaan dan pengendalian produksi 1*. Bandung: Alfabeta
- Solikhah, F. I., Rachmadita, R. N., & Maharani, A. (2018, January). Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Flowshop dengan Metode Campbell Dudek and Smith (CDS) dan Nawaz Ensore Ham (NEH) pada Departemen Produksi Massal. In *Conference on Design and Manufacture and Its Application* (Vol. 1, No. 1, pp. 414-419).
- Sonata, F. (2015). Sistem Penjadwalan Mesin Produksi Menggunakan Algoritma Johnson dan Campbell. *Jurnal Buana Informatika*, 6(3).
- Stevenson, J. William. (2015). *Operations Management Twelfth Edition*. New York: McGraw-Hill Education
- Sugiyono. 2017. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta