

Usulan Penjadwalan *Job Machine* Seri Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Untuk Meminimasi *Makespan* di UD. Wira Vulkanisir

Tengku Nurainun^{1)*}, Wira Oktiandri^{2)*}

^{1,2)} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
JL. HR. Soebrantas KM 18 NO. 155 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293

Naskah diterima 28 Juni 2019; direvisi 22 September 2019; disetujui 28 Oktober 2019

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2019.v12.i02.p03>

Abstrak

Dalam perkembangan industri saat ini yang terus maju maka setiap perusahaan dituntut untuk dapat bersaing dan mempunyai strategi yang tepat agar tidak ketinggalan dari perusahaan pesaing yang lainnya. Strategi dari perusahaan itu sendiri bermacam-macam, dapat berupa peningkatan kualitas, ketepatan waktu penyelesaian suatu pekerjaan dan lain sebagainya. UD. Wira Vulkanisir merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang vulkanisir ban, dengan jenis sistem produksi yang diterapkan yaitu MTO (*Make To Order*) dimana perusahaan ini sering mengalami keterlambatan dalam pengiriman kepada konsumen, yang tentunya berdampak terhadap performa perusahaan itu sendiri. Penjadwalan dengan menggunakan metode CDS pada bulan maret 2019 menghasilkan urutan job 9-8-7-6-3-4-2-5-1 dengan *makespan* sebesar 284,49 jam dimana metode ini lebih optimal dibandingkan dengan metode aktual perusahaan dengan selisih *makespan* sebesar 17,29 jam. Dari hasil penjadwalan menggunakan metode CDS dapat mempercepat proses produksi sebesar 5,6% di bandingkan penjadwalan perusahaan saat ini. Oleh karena ini itu, penjadwalan menggunakan metode CDS dapat di pertimbangkan oleh perusahaan untuk di terapkan di lantai produksi.

Kata kunci: Penjadwalan, *Makespan*, CDS (*Campbell Dudek Smith*)

Abstract

In an industry scheduling is a very important thing to support the productivity of a company. Therefore, to meet customer demand and satisfaction, a scheduling system that is properly planned, effective and efficient is needed. UD. Wira Vulkanisir is a company engaged in tire retreading, with the type of production system being applied, namely MTO (*Make To Order*) where the company often experiences delays in the sender to consumers, which of course has an impact on the performance of the company itself. Scheduling using the CDS method in March 2019 produces a sequence of jobs 9-8-7-6-3-4-2-5-1 with *makespan* of 284.49 hours where this method is more optimal than the actual method of the company with a difference of *makespan* of 17.29 hours. From the results of scheduling using the CDS method it can speed up the production process by 5.6% compared to the current company scheduling. Because of this, the prediction of using the CDS method can be considered by the company to be applied on the production floor.

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

1. Pendahuluan

Dalam suatu industri penjadwalan merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang produktifitas perusahaan. Oleh karena itu untuk memenuhi permintaan dan kepuasan pelanggan perlu diciptakan sebuah sistem penjadwalan yang direncanakan dengan tepat, efektif serta efisien. Berbagai cara dilakukan oleh perusahaan demi untuk memenuhi permintaan dan kepuasan pelanggan, tetapi sering kali perusahaan mengalami kendala berupa keterlambatan pengiriman produk yang tentunya akan berpengaruh pada tingkat kepuasan pelanggan. [1].

Penjadwalan bertujuan untuk meningkatkan penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktifitas dapat meningkat serta mengurangi beberapa keterlambatan pada pengerjaan yang

mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi biaya keterlambatan.

UD. Wira Vulkanisir merupakan industri yang bergerak di bidang vulkanisir ban dengan jenis sistem produksi yang di terapkan yaitu *Make To Order*, yang berarti perusahaan harus memenuhi permintaan pelanggan sesuai keinginannya, sistem penjadwalan produksi yang ditetapkan perusahaan yaitu *Earliest Due Date* (EDD), yang artinya perusahaan memprioritaskan kepada *job-job* yang mempunyai tanggal batas penyerahan paling awal, permasalahan yang terdapat dari perusahaan ini yaitu perusahaan sering mengalami keterlambatan pengiriman produk kepada konsumen dimana keterlambatan rata-rata antara 10%-20% setiap bulannya

Jadi berdasarkan permasalahan diatas, perlu adanya perbaikan pada lini produksi perusahaan,

*Korespondensi:
E-mail: Wiraoktandri@gmail.com

penelitian ini akan memberikan sebuah usulan penjadwalan dengan menggunakan metode CDS (Campbell Dudek Smith) dimana nantinya metode ini dapat mengurangi total waktu produksi dan secara otomatis dapat mengurangi persentase keterlambatan.

2. Tinjauan Literatur

2.1 Penjadwalan

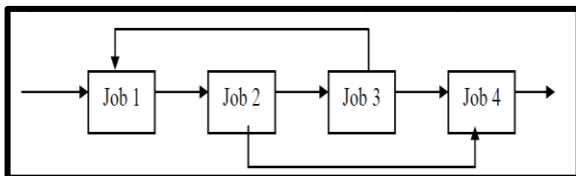
Penjadwalan merupakan alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan. Dengan pengaturan penjadwalan yang efektif dan efisien, perusahaan akan dapat memenuhi order tepat pada *due date* serta kualitas yang telah ditentukan. Adapun fungsi pokok dari penjadwalan produksi adalah untuk membuat agar proses produksi dapat berjalan lancar sesuai waktu yang telah direncanakan, sehingga bekerja dengan kapasitas penuh dengan biaya seminimal mungkin serta kuantitas produk yang diinginkan dapat diproduksi tepat pada waktunya [2]

2.2 Macam-macam Penjadwalan Produksi

Penjadwalan secara garis besar dapat dibedakan dalam penjadwalan untuk *job shop* dan *flow shop*

1. Penjadwalan Produksi Tipe *Job Shop*

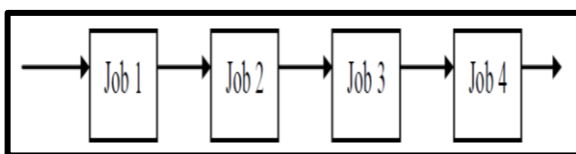
Penjadwalan *job shop* adalah pola alir dari N *job* melalui M mesin dengan pola alir sembarang. Selain itu penjadwalan *job shop* dapat berarti setiap *job* dapat dijadwalkan pada satu atau beberapa mesin yang mempunyai pemrosesan sama atau berbeda. Aliran kerja *job shop* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Pola Aliran Kerja *JobShop*
(Sumber: Masruroh, 2012)

2. Penjadwalan Produksi Tipe *Flow Shop*

Penjadwalan *flow shop* adalah pola alir dari N buah *Job* yang melalui proses yang sama (searah). Model *flow shop* merupakan sebuah pekerjaan yang dianggap sebagai kumpulan dari operasi-operasi dimana diterapkannya sebuah struktur presenden khusus



Gambar 2.2 Pola Aliran Kerja *FlowShop*
(Sumber: Masruroh, 2012)

2.3 Penjadwalan M Prosesor Seri

Permasalahan penjadwalan selanjutnya dikembangkan lagi ke dalam bidang penjadwalan m prosesor seri. Jika pada m prosesor paralel satu pekerjaan cukup dikerjakan oleh salah satu prosesor maka pada penjadwalan m prosesor seri, setiap pekerjaan harus dikerjakan oleh setiap prosesor secara berurutan.

Pada permasalahan penjadwalan m prosesor seri, metode yang menghasilkan solusi optimal hanya metode minimasi *makespan* dua atau lebih prosesor seri. Sementara untuk tujuan penjadwalan lainnya sampai saat ini belum ditemukan metode heuristik yang cukup baik.

2.4 Pengertian Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS)

Modifikasi aturan jhonson untuk digunakan pada prosesor seri lebih dari 2 di usulkan oleh Campbell, Dudek, dan Smith. Gagasan campbell, dudek, smith di dasarkan pada aturan jhonson untuk membuat m-1 jadwal yang mungkin dan memilih jadwal terbaik yang akan digunakan. Jika pada aturan jhonson yang digunakan sebagai dasar pemilihan ialah waktu terkecil di prosesor pertama atau waktu terkecil di prosesor kedua, maka pada algoritma campbell, dudek, smith di gunakan $t_{i,1}$ dan $t_{i,2}$.

Diamana dengan menggunakan metode ini dihasilkn m-1 pembebanan pekerjaan. Pembebanan yang memiliki makespan terkecil ialah pembebanan yang akan di implementasikan. Pendekatan campbell, dudek, smith ini tidak menjamin solusi yang optimal, namun demikian sebagai suatu alat heuristik metedo ini cukup efektif untuk digunakan. Algoritma campbell, dudek, smith sendiri dapat di jabarkan sebagai berikut [3].

1. Set $K=i$. Hitung $t_{i,1}$ dan $t_{i,2}$
2. Jadwalkan m pekerjaan dengan menggunakan tauran jhonson dengan menggunakan aturan jhonson dengan menggunakan $t_{i,1}$ dan $t_{i,2}$ sebagai waktu proses pertama dan waktu proses kedua. Hitung makespan yang dihasilkan. Jika makespan yang dihasilkan ialah makespan terkecil, catat makespan dan urutan pembebanan yang dihasilkan.
3. Jika $K (m=1)$ maka berhenti. Pembebanan paling akhir dicatat ialah pembebanan pekerjaan yang akan di implementasikan. Jika $K < (m-1)$, tambahkan 1 pada K dan kembali ke langkah pertama.

Walaupun tidak menghasilkan jadwal yang optimal, tetapi pendekatan ini cukup membantu untuk menghasilkan jadwal yang baik untuk meminimasi *makespan*.

3. Metode Penelitian

Usulan penajdwalan mesin menggunakan metode CDS bertujuan untuk meminimasi makespan sehingga

dapat mengurangi persentase di lini produksi UD. Wira vulkanisir.

a. Penentuan Sumber Data

Data yang diperlukan merupakan data-data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan yang terkait serta dilakukan pengamatan secara langsung menggunakan *stopwatch* untuk menghitung waktu operasi setiap stasiunnya. Data yang di perlukan untuk menyelesaikan permasalahan menggunakan metode CDS adalah

- 1). Data Produk
- 2). Data Waktu Proses Produksi
- 3.) Data Permintaan

b. Sistem Penjadwalan

Menggunakan Metode CDS

Setelah data yang di butuhkan terkumpul langkah selanjutnya melakukan penjadwalan menggunakan metode CDS, metode CDS di awali dengan menentukan jumlah iterasi, selanjutnya yaitu menentukan $t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2}$, setelah itu lakukan penjadwalan dengan aturan jhonson dimana jika waktu terkecil terletak pada mesin 1 maka penjadwalan di lakukan mulai dari urutan pertama, dan jika waktu terkecil terletak pada mesin kedua maka penjadwalan di lakukan mulai dari urutan terakhir. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan maksepian dengan cara menjumlahkan waktu penyelesaian *job* untuk masing-masing stasiun yang di lalui. Setelah itu melakukan perbandingan untuk setiap iterasi yang ada, iterasi dengan makespan terkecil maka itulah yang di pilih.

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 4.2 Waktu Mesin

No	Nama Mesin	Jumlah mesin (Unit)	Waktu Baku (Detik)
1	<i>Buffing</i>	2	150
2	<i>Skyfing</i>	1	90
3	<i>Building</i>	2	210
4	<i>Ripair</i>	1	180
5	<i>Curring</i>	1	210
6	<i>Chamber</i>	1	10.800

(Sumber: Pengumpulan Data, 2019)

Tabel 4.2 Waktu Mesin

No	Nama Mesin	Set-up Mesin (Detik)	Kapasitas (Unit)
1	<i>Buffing</i>	180	2
2	<i>Skyfing</i>	0	1
3	<i>Building</i>	180	2
4	<i>Ripair</i>	180	1
5	<i>Curring</i>	180	1
6	<i>Chamber</i>	300	27

(Sumber: Pengumpulan Data, 2019)

Setelah itu untuk mengetahui waktu penyelesaian dapat di cari dengan rumus

$$C_j = W. \text{ Set-up} + \left[\frac{\text{Waktu Baku} \times \text{Jumlah Permintaan}}{\text{Kapasitas}} \right]$$

Keterangan:

C_j = Waktu Penyelesaian

Berikut rekapitulasi perhitungan waktu penyelesaian di setiap stasiun.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Waktu Penyelesaian

Stasiun Kerja	Waktu Penyelesaian Tiap Job Pada Masing-Masing Stasiun (Jam)				
	Job 1	Job 2	Job 3	Job 4	Job 5
	<i>Buffing</i>	7.38	6.32	9.94	5.15
<i>Skyfing</i>	8.8	7.52	11.87	6.12	8.3
<i>Building</i>	10.31	8.82	13.9	7.19	9.73
<i>Ripair</i>	17.65	15.1	23.8	12.3	16.65
<i>Curring</i>	20.58	17.6	27.7	14.34	19.41
<i>Chamber</i>	39.19	33.52	52.86	27.3	36.97

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.3 Rekapitulasi Waktu Penyelesaian (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Waktu Penyelesaian Tiap Job Pada Masing-Masing Stasiun (Jam)			
	Job 6	Job 7	Job 8	Job 9
	Buffing	4.7	4.17	4.09
Skyfing	5.62	4.95	4.85	2.6
Building	6.6	5.85	5.7	3.06
Ripair	11.3	9.95	9.75	5.25
Curring	13.17	11.6	11.36	6.11
Chamber	25.08	22.08	21.63	11.63

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

- a. menghitung makespan dengan metode aktual perusahaan

Metode penjadwalan aktual di UD. Wira Vulkanisir yaitu metode *Earlist Due Date* (EDD), dimana penjadwalan produksi setiap job di urutkan berdasarkan jatuh tempo yang paling awal. Berdasarkan data yang diperoleh selama bulan Maret 2019 urutan job yang dikerjakan adalah 7-6-4-5-1-3-2-8-9.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil perhitungan *Makespan* dengan Metode Aktual Perusahaan

Stasiun Kerja	Urutan Pengerjaan Job (Jam)		
		Job 7	Job 6
	Buffing	Mulai	0
Selesai		4.17	8.87
Skyfing	Mulai	4.17	9.12
	Selesai	9.12	14.74
Building	Mulai	9.12	14.97
	Selesai	14.97	21.57
Ripair	Mulai	14.97	24.92
	Selesai	24.92	36.22
Curring	Mulai	24.92	36.52
	Selesai	36.52	49.69
Chamber	Mulai	36.52	58.6
	Selesai	58.6	83.68

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil perhitungan *Makespan* dengan Metode Aktual Perusahaan (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Urutan Pengerjaan Job (Jam)	
	Job 4	Job 5
	Buffing	Mulai
Selesai		14.02
Skyfing	Mulai	14.74
	Selesai	20.86
Building	Mulai	21.57
	Selesai	28.76
Ripair	Mulai	36.22
	Selesai	48.52
Curring	Mulai	49.69
	Selesai	64.03
Chamber	Mulai	83.68
	Selesai	110.98

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil perhitungan *Makespan* dengan Metode Aktual Perusahaan (Lanjutan)

Stasiun Kerja	Urutan Pengerjaan Job (Jam)		
	Job 1	Job 3	Job 2
	Buffing	Mulai	20.98
Selesai		28.36	38.3
Skyfing	Mulai	29.16	37.96
	Selesai	37.96	49.83
Building	Mulai	38.46	48.77
	Selesai	48.77	62.67
Ripair	Mulai	65.17	82.82
	Selesai	82.82	106.62
Curring	Mulai	83.44	104.02
	Selesai	104.02	131.72
Chamber	Mulai	147.95	187.14
	Selesai	187.14	240

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil perhitungan *Makespan* dengan Metode Aktual Perusahaan (Lanjutan)

Stasiun Kerja		Urutan Pengerjaan Job (Jam)	
		Job 8	Job 9
Buffing	Mulai	44.62	48.71
	Selesai	48.71	50.92
Skyfing	Mulai	57.35	62.2
	Selesai	62.2	64.8
Building	Mulai	71.49	77.19
	Selesai	77.19	80.25
Ripair	Mulai	121.72	131.47
	Selesai	131.47	136.72
Curring	Mulai	149.32	160.68
	Selesai	160.68	166.79
Chamber	Mulai	273.52	295.15
	Selesai	295.15	306.78

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel diatas menjelaskan tentang makspan yang didapat berdasarkan metode aktual perusahaan yaitu metode *Earlist Due Date* (EDD) dengan urutan *job* 7-6-4-5-1-3-2-8-9 adalah 306,78 jam.

b. menghitung makespan dengan metode CDS

Sistem *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah pengembangan dari aturan yang telah dikemukakan oleh jhonson, dimana setiap pekerjaan atau tugas yang akan diselesaikan harus melewati proses masing-masing mesin yang diusahakan untuk mendapatkan harga makespan yang terkecil merupakan urutan pengerjaan tugas yang paling baik, tahapan dalam menyelesaikan metode CDS yaitu menghitung jumlah iterasi, menentukan nilai minimum $t_{1,1}$ dan $t_{1,2}$, menjadwalkan pekerjaan berdasarkan aturan jhonson, menghitung nilai *makespan* berdasarkan urutan pekerjaan yang telah dijadwalkan, memilih urutan *job* berdasarkan nilai makespan yang terkecil.

K= m-1
K= 6-1
K= 5

Tabel 4.5 jumlah Iterasi

Iterasi	M1	M2
K=1	M1	M6
K=2	M1 + M2	M6 + M5
K=3	M1 + M2 + M3	M6 + M5 + M4
K=4	M1 + M2 + M3 + M4	M6 + M5 + M4 + M3
K=5	M1 + M2 + M3 + M4 + M5	M6 + M5 + M4 + M3 + M2

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

K=1

M1= M1 M2=M6

Tabel 4.6 Waktu penyelesaian Mesin 1 dan Mesin 2

Mesin	Job				
	Job 1	Job 2	Job 3	Job 4	Job 5
M1	7.38	6.32	9.94	5.15	6.96
M2	8.8	7.52	11.87	6.12	8.3

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.6 Waktu penyelesaian Mesin 1 dan Mesin 2

Mesin	Job			
	Job 6	Job 7	Job 8	Job 9
M1	4.7	4.17	4.09	2.21
M2	5.62	4.95	4.85	2.6

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.7 Urutan Job Iterasi Pertama

Iterasi	Job								
K=1	9	8	7	6	3	4	2	5	1

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Makespan* Iterasi Pertama

Stasiun Kerja		Urutan Pengerjaan Job (Jam)		
		Job 9	Job 8	Job 7
Buffing	Mulai	0	2.21	6.3
	Selesai	2.21	6.3	10.47
Skyfing	Mulai	2.21	4.81	9.66
	Selesai	4.81	9.66	14.61
Building	Mulai	4.81	7.87	13.57
	Selesai	7.87	13.57	19.42
Ripair	Mulai	7.87	13.12	22.87
	Selesai	13.12	22.87	32.82
Curring	Mulai	13.12	19.23	30.59
	Selesai	19.23	30.59	42.19
Chamber	Mulai	19.23	30.86	52.49
	Selesai	30.86	52.49	74.57

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Makespan* Iterasi Pertama (Lanjutan)

Stasiun Kerja		Urutan Pengerjaan Job (Jam)		
		Job 6	Job 3	Job 4
Buffing	Mulai	10.47	15.17	25.11
	Selesai	15.17	25.11	30.26
Skyfing	Mulai	14.61	20.23	32.1
	Selesai	20.23	32.1	38.22
Building	Mulai	19.42	26.02	39.92
	Selesai	26.02	39.92	47.11
Ripair	Mulai	32.82	44.12	67.92
	Selesai	44.12	67.92	80.22
Curring	Mulai	42.19	55.36	83.06
	Selesai	55.36	83.06	97.4
Chamber	Mulai	74.57	99.65	152.51
	Selesai	99.65	152.51	179.81

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Makespan* Iterasi Pertama (Lanjutan)

Stasiun Kerja		Urutan Pengerjaan Job (Jam)		
		Job 2	Job 5	Job 1
Buffing	Mulai	30.26	36.58	43.54
	Selesai	36.58	43.54	50.92
Skyfing	Mulai	38.22	45.74	54.04
	Selesai	45.74	54.04	62.84
Building	Mulai	47.11	55.93	65.66
	Selesai	55.93	65.66	75.97
Ripair	Mulai	80.22	95.32	111.97
	Selesai	95.32	111.97	129.62
Curring	Mulai	97.4	115	134.41
	Selesai	115	134.41	154.99
Chamber	Mulai	179.81	213.33	250.3
	Selesai	213.33	250.3	289.49

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

Tabel 4.9 Data Rekapitulasi Penjadwalan dengan Metode CDS

Iterasi	Urutan Job	<i>Makespan</i> (Jam)
K=1	9-8-7-6-3-4-2-5-1	284,49
K=2	9-8-7-6-4-2-5-1-3	291,71
K=3	9-8-7-6-4-2-5-1-3	291,71
K=4	9-8-7-6-4-2-5-1-3	291,71
K=5	9-8-7-6-4-2-5-1-3	291,71

(Sumber: Pengolahan Data, 2019)

5. Simpulan

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode CDS yang telah dilakukan memiliki hasil perhitungan *makespan* yang lebih kecil dibandingkan metode aktual perusahaan yaitu metode *earlist due date* yaitu 306,78 jam menjadi 284,49 jam. Dengan metode CDS perusahaan dapat lebih mempercepat proses produksi sebesar 5,6%. Berdasarkan perhitungan *makespan* menggunakan metode CDS terbukti lebih optimal, dalam hal ini metode CDS memiliki 5 iterasi dimana setiap iterasinya memiliki hasil perhitungan yang berbeda, iterasi yang dipilih yaitu iterasi 1 dimana memiliki total waktu produksi 284,49 jam dengan urutan job 9-8-7-6-3-4-2-5-1 maka dari pada itu metode CDS ini sangat mungkin diterapkan pada perusahaan dan tentunya akan memberikan

keuntungan lebih bagi perusahaan maupun di rantai produksinya.

Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat di berikan untuk mendukung perbaikan yang ditujukan untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Perusahaan
 - a. Perusahaan disarankan untuk mengaplikasikan metode CDS di rantai produksi supaya dapat mempersingkat waktu serta mengurangi total waktu penyelesaian seluruh job yang ada
 - b. Perusahaan di sarankan untuk menambah mesin ataupun kapasitas mesin pada setiap stasiun kerja yang membutuhkan waktu penyelesaian yang cukup lama sehingga dapat mengurangi waktu menunggu.
2. Peneliti Selanjutnya
 - a. Bagi peneliti selanjutnya di sarankan menggunakan metode lain ataupun memberikan kombinasi menggunakan metode lainnya agar dapat membandingkan hasil dengan metode CDS.
 - b. Peneliti selanjutnya disarankan juga untuk membuat program sebagai solusi dalam mengaplikasikan metode CDS.

Daftar Pustaka

- [1] Kusuma. *“Perencanaan dan Pengendalian Produksi,”* Andi Yogyakarta. Yogyakarta. 2001.
- [2] Musruroh, Nisa. *“Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith, Palmer dan Dannenbring di PT Loka Refraktors Surabaya,”* Teknik Industri FTI-UPN, Veteran. Jawa Timur. 2012.
- [3] Prasasti, Prim. *“Analisa Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith, Palmer, dan Dannenbring Untuk Meminimasi Makespan di PT. Madju Warna Steel Surabaya”.* Veteran. Jawa Timur. 2013.