



PENJADWALAN PRODUKSI *FLOWSHOP* DENGAN METODE *CAMPBELL DUDEK SMITH*, *NAWAZ ENSCORE HAM* DAN *HEURISTIC POUR*

Evi Febianti, Ade Irman Saeful M, Zikry

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jend. Sudirman KM. 03 Cilegon Banten

*Email: evifebianti@yahoo.com

Abstrak

Penjadwalan produksi merupakan kegiatan pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Bottom Factory merupakan salah satu departemen yang ada di PT XYZ khusus dalam pembuatan outsole sepatu. Dengan tingginya permintaan outsole, perusahaan berupaya untuk mencegah terjadinya keterlambatan dalam pemenuhan keinginan konsumen, namun kondisi penjadwalan perusahaan saat ini belum baik karena banyak terjadi penambahan waktu jam kerja (lembur), serta urutan pekerjaan atau job masih konvensional dalam hal ini masih menggunakan sistem FCFS dampaknya ketika penjadwalan yang dilakukan kurang sesuai dalam sistem produksi tersebut menyebabkan nilai makespan menjadi besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai waktu penyelesaian (makespan) kondisi eksisting, memilih urutan penjadwalan terbaik berdasarkan makespan minimum, serta melakukan perbandingan jam kerja. Metode yang digunakan dalam penjadwalan produksi dalam penelitian ini yaitu metode Campbell Dudek Smith (CDS), Nawaz Enscore Ham (NEH), dan Heuristic Pour. Penelitian ini melibatkan 5 buah stasiun kerja dan menghasilkan 4 jenis type outsole. Penjadwalan dengan menggunakan metode CDS, NEH, dan Heuristic Pour menghasilkan nilai makespan terkecil yang sama yakni sebesar 339,399 jam dengan urutan pengerjaan job yaitu 4-2-3-1. Dengan penjadwalan terbaik tersebut perusahaan mampu menghemat waktu sebesar 6,121% serta mampu menghilangkan penambahan jam kerja dari yang semula 20 jam. dan perusahaan dapat meningkatkan kapasitas produksinya yaitu berdasarkan perbandingan selisih nilai makespan eksisting dengan usulan, sehingga perusahaan mampu meningkatkan kapasitas output nya sebesar 6,5% untuk setiap type outsole.

Kata kunci: CDS, heuristic pour, makespan, NEH, outsole, penjadwalan produksi.

1. PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan sepatu olahraga, terdiri dari dua *factory* yaitu untuk pembuatan *outsole* (*bottom factory*) dan komponen utama sepatu (*upper factory*). Pada bagian *bottom factory* yaitu pembuatan *outsole* sepatu, dengan sistem produksi yang diterapkan yaitu *make to stock* dan pola aliran produksi *flowsop*. Pada proses pembuatan *outsole* sepatu pada lini 1 terdapat 5 stasiun kerja yang digunakan seperti stasiun kerja *cutting*, *press molding*, *trimming*, *degreasing*, dan *stockfit* serta *type outsole* yang dihasilkan seperti *dunk*, *command*, *air max motion*, dan *sideline*.

Menurut Morton (2001) dalam Widodo (2014) penjadwalan merupakan proses pengorganisasian, pemilihan, dan penentuan waktu penggunaan sumber daya yang ada untuk menghasilkan *output* seperti yang diharapkan dalam waktu yang diharapkan pula. Tujuan dilakukannya penjadwalan produksi di antaranya mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat, meminimasi waktu penyelesaian (*makespan*) dan pemenuhan *due date*.

Berdasarkan data produksi pada bulan Februari 2017 tingginya permintaan dengan total permintaan 27670 pasang untuk tipe *outsole* sepatu Dunk, Air Max Motion, Sideline dan Command dibandingkan bulan sebelumnya (Desember permintaan 24200 pasang *outsole* sepatu) memaksa perusahaan harus terus menjaga kepercayaan konsumen dengan menjaga kualitas dan mencegah terjadinya keterlambatan, namun kondisi penjadwalan perusahaan saat ini belum baik karena banyak terjadi penambahan waktu jam kerja (lembur), serta pengurutan pengerjaan *job* masih cenderung memprioritaskan terlebih dahulu pesanan yang masuk untuk dikerjakan (konvensional) dampaknya

ketika penjadwalan yang dilakukan kurang sesuai dalam sistem produksi tersebut menyebabkan nilai *makespan* menjadi lama (*PPC department PT XYZ*). Besarnya *makespan* menyebabkan bertambahnya waktu produksi perusahaan, sehingga sisa waktu produksi perusahaan menjadi sedikit untuk memproduksi produk yang lain.

Penjadwalan produksi dalam sebuah industri manufaktur memiliki peranan penting sebagai bentuk pengambilan keputusan. Perusahaan berupaya untuk memiliki penjadwalan yang paling efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan produktivitas yang dihasilkan dengan total biaya dan waktu seminimal mungkin

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjadwalan Produksi

Penjadwalan merupakan proses pengorganisasian, pemilihan, dan penentuan waktu penggunaan sumber daya yang ada untuk menghasilkan *output* seperti yang diharapkan dalam waktu yang diharapkan pula. Menurut Baker (1974), beberapa tujuan dari penjadwalan produksi adalah:

1. Meningkatkan produktivitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu mesin menganggur.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan jalan mengurangi jumlah rata-rata pekerjaan yang menunggu dalam antrian suatu mesin karena mesin terlalu sibuk.
3. Meminimasi ongkos produksi.
4. Mengurangi keterlambatan karena batas waktu telah terlampaui dengan cara mengurangi maksimum keterlambatan maupun dengan mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat.

2.2 Istilah-istilah dalam Penjadwalan Produksi

Menurut Nasution (2003) dalam Pambudi (2016) beberapa istilah yang berkaitan dengan penjadwalan produksi antara lain:

1. *Processing Time* (waktu proses), merupakan perkiraan waktu penyelesaian satu pekerjaan. Perkiraan ini juga meliputi perkiraan waktu *set up* mesin. Simbol untuk waktu proses pekerjaan *i* adalah T_i .
2. *Due Date* (batas waktu), merupakan waktu maksimal yang dapat diterima untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kelebihan waktu dari waktu yang telah ditetapkan merupakan suatu keterlambatan. Batas waktu disimbolkan dengan d_i .
3. *Makespan* adalah jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proses pada semua *job* yang dijadwalkan mulai dari saat pemrosesan *job* pertama sampai *job* terakhir selesai diproses.
4. *Flow Time* (waktu alir), merupakan rentang waktu antara saat pekerjaan dapat dimulai (tersedia) dan saat pekerjaan selesai. Waktu alir sama dengan waktu proses ditambah dengan waktu tunggu sebelum pekerjaan diproses.

2.3 Klasifikasi Penjadwalan

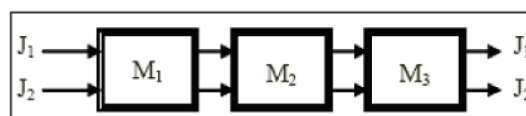
Menurut Conway, et. al. (1967) dalam Widodo (2014), penjadwalan produksi dapat berbeda-beda ditinjau dari keadaan yang mendasarinya.

Beberapa model penjadwalan yang ada pada proses produksi berdasarkan beberapa keadaan antara lain:

1. Berdasarkan pola aliran proses, terdiri dari:

- a. *Flow Shop*

Adalah sebuah proses produksi dengan aliran dari satu mesin ke mesin lain, semua *job* cenderung memiliki urutan *routing* yang sama.

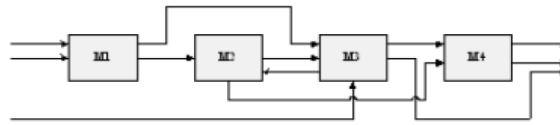


Gambar 1. Lintasan Aliran *Flow Shop*

(Sumber: Kuncoro, 2013)

b. *Job Shop*

Proses produksi dengan aliran *job shop* berarti proses pengurutan pekerjaan untuk lintasan produk yang tidak beraturan atau tidak selalu sama untuk setiap *job* nya.

**Gambar 2.** Lintasan Aliran *Job shop*

(Sumber: Kuncoro, 2013)

2.4 Metode CDS (*Campbell, Dudek, and Smith*)

Metode CDS ini cocok untuk persoalan yang memiliki banyak tahapan (*multi-stage*) yang memakai aturan Johnson dan diterapkan pada masalah baru, yang diperoleh dari yang asli dengan waktu proses $t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2}$. (Nova, 2015).

Tahap I : $t^*_{i,1} = t^*_{i,1}$ dan $t^*_{i,2} = t^*_{i,m}$

Rumus di atas adalah waktu proses mesin pertama (M-1) dan mesin terakhir (M-2).

Tahap II : $t^*_{i,2} = t^*_{i,1} + t^*_{i,2}$ dan $t^*_{i,2} = t^*_{i,m} + (t^*_{i,m-1})$

Oleh karena itu, aturan Johnson diaplikasikan pada jumlah dari dua mesin yang pertama (*first-two*) dan dua mesin terakhir (*last-two*) pada waktu proses ke i .

Dengan :

$t^*_{i,1}$: waktu proses pada *job* ke i dengan menggunakan mesin pertama
 $t^*_{i,2}$: waktu proses pada *job* ke i dengan menggunakan mesin terakhir

i : (*Job*) produk yang diproses

m : Jumlah mesin

K : (*Stage*) tahapan

2.5 Metode *Nawaz, Enscore and Ham (NEH) Heuristic*

Metode ini dikembangkan oleh Nawaz, Enscore dan Ham pada tahun 1983. Metode ini disebut metode *Incremental Construction Algorithms*. Algoritma NEH dalam menentukan prioritas pengerjaan *job* yaitu berdasarkan pendekatan SPT (*Short Processing Time*).

2.6 Metode *Heuristic Pour*

Hamid Davoud Pour (2001) dalam Kuncoro (2013) mengembangkan algoritma heuristik baru di dalam menyelesaikan penjadwalan *flowshop* dengan tujuan meminimalkan *makespan* yaitu berdasarkan pendekatan kombinasi. Hal ini dilakukan dengan cara mengganti setiap *job* dengan *job* yang lainnya dalam urutan sampai ditemukan kombinasi urutan yang dapat memenuhi kriteria tujuan. Dalam metode ini diasumsikan bahwa semua *job* diproses secara terpisah dan *independent* untuk setiap mesinnya (Kuncoro, 2013).

2.7 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Teknik pengukuran jam henti adalah metode pengukuran waktu yang dilakukan secara langsung dan paling sederhana karenanya metode ini lebih sering digunakan daripada metode-metode pengukuran waktu lainnya (Sutalaksana, 2006). Waktu yang dihitung yaitu waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku.

3. METODE PENELITIAN

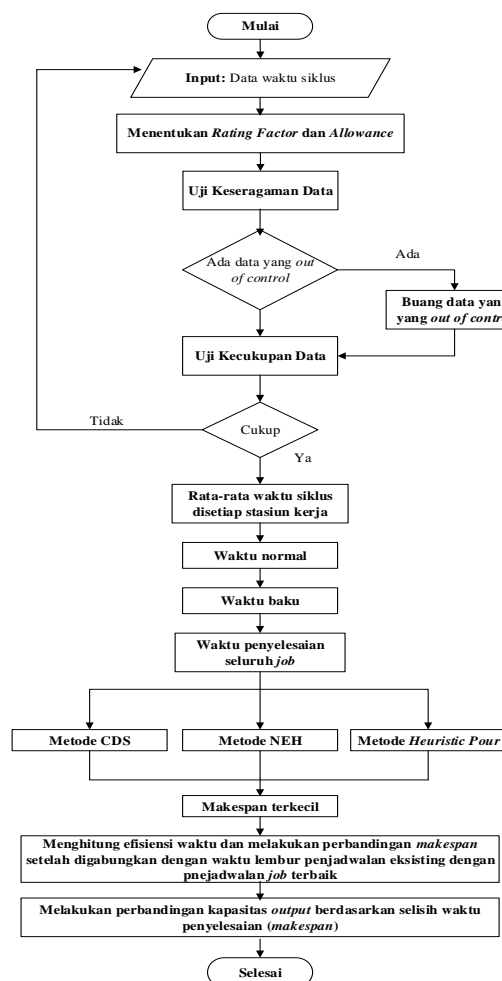
3.1 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu dengan pendekatan metode kuantitatif yaitu metode penelitian yang berlandaskan pada aspek pengukuran secara obyektif, dimana digunakan

untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Penelitian kuantitatif digunakan untuk mencari waktu siklus pada setiap stasiun kerja pada proses pembuatan *outsole* sepatu yang kemudian diolah untuk mendapatkan waktu penyelesaian tiap stasiun kerja.

3.2 Cara Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti pada penelitian ini menggunakan dua data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung di tempat penelitian. Data primer : wawancara dengan pihak terkait dan melakukan observasi langsung. Data sekunder : data yang tidak langsung diberikan kepada peneliti yang mana data tersebut harus melalui pengolahan sebelumnya terlebih dahulu oleh pihak terkait seperti perusahaan. Data sekunder pada penelitian ini meliputi data produksi pada bulan Februari 2017 dan jadwal penambahan jam kerja selama menyelesaikan seluruh *job*. Berikut ini merupakan *flow chart* dalam melakukan pengolahan data dalam penelitian ini :



Gambar 3. Flow Chart Pengolahan Data

3.3 Analisis Data

Analisis data merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan sehingga dapat mudah dipahami, dan temuannya dapat diinformasikan kepada orang lain.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Berikut merupakan beberapa data yang diperoleh dalam penelitian yang dilakukan dengan melakukan observasi maupun melalui wawancara langsung dengan pihak perusahaan yang terkait penelitian.

Tabel 1. Data Produksi *Outsole* Bulan Februari 2017

No	Bulan	Tipe Sepatu	Jumlah(pasang)
1	Februari	Dunk	8600
2		Air Max Motion	6100
3		Sideline	6920
4		Command	6050
Total			

Tabel 2. Data Jumlah Mesin dan Kapasitas per Proses

Stasiun Kerja	Jumlah Mesin (Unit)	Kapasitas/Proses (Pasang)
<i>Cutting</i>	1	1
<i>Press Molding</i>	1	2
<i>Trimming</i>	1	2
<i>Degreasing</i>	1	2
<i>Stockfit</i>	1	2

Tabel 3. Data Jumlah Mesin dan Kapasitas Mesin

No	Stasiun Kerja	Waktu <i>Set Up</i> (Detik)
1	<i>Cutting</i>	15
2	<i>Press Molding</i>	15
3	<i>Trimming</i>	10
4	<i>Degreasing</i>	25
5	<i>Stockfit</i>	25

4.2 Pengolahan Data

Waktu siklus yang telah diperoleh dari hasil pengukuran kemudian diberikan penyesuaian dan kelonggaran dengan cara *westinghouse*. Selanjutnya menghitung waktu siklus, dan waktu normal untuk mendapatkan waktu baku yang akan digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian.

4.2.1 Penjadwalan Produksi *Outsole Bottom Factory* Eksisting

Penjadwalan produksinya masih menggunakan metode konvensional (*First Come First Serve*). Dimana urutan produksi pada bulan Februari 2017 yaitu *job 1* tipe Dunk *outsole*, *job 2* tipe Air Max Motion *outsole*, *job 3* tipe Sideline *outsole* dan *job 4* tipe Command *outsole*:

Tabel 4. Perhitungan Penjadwalan Produksi Eksisting (FCFS)

<i>Job</i>	<i>Start Time Cutting</i>	<i>Cutting</i>	<i>Finish Time Cutting</i>	<i>Start Time Press Molding</i>	<i>Press Molding</i>
------------	---------------------------	----------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------



1	0	40,052	40,052	40,052	52,930
2	40,052	26,814	66,865	92,982	33,066
3	66,865	32,274	99,139	126,048	42,121
4	99,139	23,819	122,957	168,169	31,849

Tabel 5. Perhitungan Penjadwalan Produksi Eksisting (FCFS) (lanjutan)

<i>Finish Time Press Molding</i>	<i>Start Time Trimming</i>	<i>Trimming</i>	<i>FinishTime Trimming</i>	<i>Start Time Degreasing</i>
92,982	92,982	61,180	154,16	154,16
126,048	154,162	34,991	189,15	199,09
168,169	189,15	51,050	240,20	240,20
200,018	240,20	30,262	270,47	273,27

Tabel 6. Perhitungan Penjadwalan Produksi Eksisting (FCFS) (lanjutan)

<i>Degreasing</i>	<i>Finish Time Degreasing</i>	<i>Start Time Stockfit</i>	<i>Stockfit</i>	<i>Finish Time Stockfit</i>
44,925	199,087	199,087	49,509	248,596
33,927	233,014	248,596	40,082	288,678
33,070	273,273	288,678	40,561	329,239

Berdasarkan hasil perhitungan penjadwalan produksi eksisting maka didapatkan nilai *makespan* sebesar 361,530 jam.

4.2.2 Penjadwalan dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Pada penjadwalan menggunakan metode CDS yaitu dengan pengurutan 4 *job* terhadap 5 mesin/stasiun kerja, didapatkan jumlah urutan kombinasi berdasarkan perhitungan rumus $k = m - 1$. Dimana m adalah jumlah mesin atau stasiun kerja yang digunakan. Berdasarkan kondisi perusahaan sekarang ini dengan jumlah mesin atau stasiun kerja sebanyak lima stasiun kerja, maka diperoleh banyaknya kombinasi urutan *job* atau iterasi yaitu $k = 5 - 1 = 4$ kali iterasi.

Berdasarkan hasil penjadwalan produksi menggunakan metode CDS didapatkan urutan kombinasi yang ada yaitu dapat dilihat pada rekapitulasi hasil perhitungan metode CDS berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Makespan pada Setiap Iterasi Metode CDS

Iterasi	Urutan <i>Job</i>	<i>Makespan</i> (jam)
K=1	4-2-3-1	339,399
K=2	4-2-1-3	339,789
K=3	4-2-1-3	339,789
K=4	4-2-3-1	339,399

Berdasarkan rekapitulasi di atas maka didapatkan nilai *makespan* terkecil dengan metode CDS yaitu sebesar 339,399 jam dengan urutan pengerjaan *job* 4-2-3-1.

4.2.3 Penjadwalan dengan Metode *Nawaz Ensore Ham* (NEH)

Metode ini dikembangkan oleh Nawaz, Ensore dan Ham pada tahun 1983. Metode ini juga disebut metode *Incremental Construction Algorithms*, yakni berdasarkan pendekatan SPT (*Short Processing Time*) untuk menentukan prioritas urutan pengerjaan *job*.

Berdasarkan hasil perhitungan penjadwalan produksi menggunakan metode NEH didapatkan urutan kombinasi yang ada yaitu dapat dilihat pada rekapitulasi hasil perhitungan metode NEH berikut ini :

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Metode NEH

Iterasi Ke-	Calon Urutan	Makespan (Jam)
1	4-2	197,733
	2-4	201,170
2	4-2-1	299,228
	4-1-2	312,497
	1-4-2	320,969
	4-2-3-1	339,399
3	4-2-1-3	339,789
	4-3-2-1	339,868
	3-4-2-1	347,854

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *Nawaz Enscore Ham* (NEH), didapatkan urutan pengerjaan *job* dengan total *makespan* terkecil yaitu sebesar 339,399 jam. Dengan urutan prioritas yaitu *job 4 – job 2 – job 3 – job 1*.

4.2.4 Penjadwalan dengan Metode *Heuristic Pour*

Melalui pendekatan kombinasi dan hal ini dilakukan dengan cara mengganti setiap *job* dengan *job* yang lainnya dalam urutan sampai ditemukan kombinasi urutan yang dapat memenuhi kriteria tujuan. Dalam metode ini diasumsikan bahwa semua *job* diproses secara terpisah dan *independent* untuk setiap mesinnya.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan ketiga metode yang digunakan dalam penjadwalan produksi *flowshop* yaitu metode CDS, NEH, dan *Heuristic Pour* diperoleh urutan pengerjaan *job* dari masing-masing metode tersebut, yaitu dapat dilihat pada Tabel 9.

Berdasarkan tabel rekapitulasi hasil *makespan* di atas, diperoleh nilai *makespan* terkecil dari ketiga metode penjadwalan yang dilakukan yaitu dengan nilai *makespan* sebesar 339,399 jam, dengan urutan pengerjaan *job* yaitu 4-2-3-1.

4.2.5 Tingkat Efisiensi Waktu Penyelesaian *Job* Eksisting dan Terbaik

Berikut ini merupakan perbandingan tingkat efisiensi waktu penyelesaian *job* dari kondisi awal perusahaan (eksisting) dengan beberapa usulan terbaik dari ketiga metode penjadwalan dengan nilai *makespan* terkecil.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Makespan

Rekapitulasi Hasil *Makespan*



Penjadwalan	Urutan Job	Makespan (jam)
Eksisting	1-2-3-4	361,53
CDS	k=1	4-2-3-1
	k=2	4-2-1-3
	k=3	4-2-1-3
	k=4	4-2-3-1
NEH	Iterasi 1	4-2
		2-4
	Iterasi 2	4-2-1
		4-1-2
		1-4-2
	Iterasi 3	4-2-3-1
		4-2-1-3
		4-3-2-1
		3-4-2-1
Heuristic Pour	Kombinasi 1	1-4-2-3
	Kombinasi 2	2-4-1-3
	Kombinasi 3	3-4-2-1
	Kombinasi 4	4-2-3-1
	Kombinasi 5	4-1-2-3
	Kombinasi 6	4-2-3-1
	Kombinasi 7	4-3-2-1
	Kombinasi 8	4-2-3-1
	Kombinasi 9	4-2-1-3

Tabel 10. Tingkat Efisiensi Waktu Penyelesaian Job Eksisting dan Terbaik

Periode (Bulan)	Makespan Eksisting Perusahaan (jam)	Makespan Metode Penjadwalan Terbaik	Selisih (jam)	Persentase (%)
Februari 2017	361,530	339,399	22,131	6,121

Dari hasil perbandingan selisih *makespan* di atas diketahui selisih *makespan* antara kondisi eksisting perusahaan dengan ketiga metode penjadwalan produksi dengan nilai *makespan* paling efektif diperoleh selisihnya sebesar 22,131 jam atau 6,121%, dimana metode yang diusulkan lebih efektif atau lebih baik dari *makespan* kondisi eksisting perusahaan.

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai penjadwalan produksi berupa :

1. Nilai *makespan* yang didapat untuk kondisi sekarang pada penjadwalan produksi di departemen *bottom factory* sebesar 361,530 jam.
2. Urutan pengerjaan *job* terbaik berdasarkan nilai *makespan* minimum dari ketiga metode yang digunakan yaitu CDS, NEH, dan *Heuristic Pour* adalah 4 – 2 – 3 – 1 atau dengan pengurutan *job*

dimulai dari *type outsole* Command, Air Max Motion, Sideline, dan terakhir yaitu Dunk dengan waktu penyelesaian 339,399 jam.

3. Berdasarkan kondisi eksisting perusahaan dengan *makespan* sebesar 361,530 jam, waktu penambahan jam kerja (lembur) yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh *job* sebesar 20 jam. Pada penjadwalan terbaik diperoleh *makespan* sebesar 339,399 jam sehingga penambahan jam kerja untuk menyelesaikan seluruh *job* dapat dihilangkan
4. Dengan penjadwalan produksi terbaik perusahaan mampu melakukan penghematan waktu sebesar 6,121% atau sebesar 22,131 jam.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Kenneth R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. John Wiley & Sons: USA.
- Bedworth, David D. et al. 1987. *Integrated Production Control Systems*. John Wiley & Sons.
- Ginting, Rosnani. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Graha ilmu Yogyakarta
- Irsyad, Latief I. 2015. *Penjadwalan Flowshop N Job M Mesin Dengan Metode First Come First Served (FCFS), Earliest Due Date (EDD) Dan Algoritma Heuristik Pour*. (Skripsi). Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Kuncoro, Candra. 2013. *Penjadwalan Produksi Kertas Menggunakan Algoritma Pour dan Algoritma NEH di PT. Kertas Leces Probolinggo*. (Skripsi). Jurusan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Jember.
- Nova, M.K.M.H. 2015. *Usulan Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith, Heuristic Pour, dan Palmer untuk Meminimasi Makespan*. (Skripsi). Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon.
- Pambudi, A.R. 2016. *Usulan Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith, Heuristic dan Heuristic Pour Melalui Pendekatan Line Balancing*. (Skripsi). Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon.
- Sutalaksana, Iftikar Z., et. Al. 2006. *Perancangan Sistem Kerja Edisi Kedua*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sutanto, Lorens H. (2008). *Penjadwalan Produksi Dengan Pendekatan Metode Nawaz Encora Ham (NEH) Dan Metode Campbell Dudek Smith (CDS)*. Staf Produksi Industri Automotive. Jakarta.
- Widodo, Cahyo E . 2014. *Optimisasi Penjadwalan Mesin Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Pada Perusahaan Manufaktur*. (Skripsi). Jurusan Pendidikan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.