

Penjadwalan Produksi *Flow Shop* Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan *Nawaz Enscore Ham* (NEH)

Roy Khrisman P¹, Evi Febrianti², Lely Herlina³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
roypanjaitan29@ymail.com¹, evifebianti@yahoo.com², lely@untirta.ac.id³

ABSTRAK

*PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang memproduksi berbagai jenis cup insole. Sistem penjadwalan perusahaan saat ini menggunakan metode First Come First Serve (FCFS). Dalam hal ini perusahaan sering mengalami kesulitan untuk memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu. Masalah ketidaktepatan jadwal pengiriman pesanan tersebut disebabkan oleh jadwal produksi yang tidak tepat atau sistem penjadwalan produksi yang belum optimal. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk meminimasi makespan dengan mengakomodasi sistem yang ada di PT. Putri Riwayu Jaya. Dalam penelitian ini menggunakan metode penjadwalan produksi *Campbell, Dudek, Smith* dan metode penjadwalan *Nawaz, Enscore, Ham* yang bertujuan menentukan urutan produksi optimal untuk meminimumkan makespan pada perusahaan dengan pola lantai produksi *flow shop*. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode CDS, terdapat urutan job dengan total makespan terkecil yaitu sebesar 6828,375 menit. Dengan urutan prioritas job 3-2-4-1-5-6 yang di peroleh dari K2, K4 dan K6. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode NEH, terdapat urutan job dengan total makespan terkecil yaitu sebesar 6828,375 menit. Dengan urutan 3-2-4-1-5-6 (Sand). Penjadwalan produksi dengan metode CDS dapat meminimumkan makespan sebesar 371,625 menit.*

Kata Kunci : *Penjadwalan Produksi, Makespan, Campbell Dudek Smith (CDS), Nawaz Enscore Ham (NEH)*

PENDAHULUAN

Penjadwalan produksi didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Baker, 1974). Penjadwalan produksi sangat penting pada perusahaan yang menggunakan sistem *make to order*, dimana produk baru akan diproduksi sesuai permintaan dari konsumen.

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang memproduksi berbagai jenis *cup insole*. Adapun jenis dari *cup insole* yang diproduksi yaitu Cheetah, Osha, Fly Power, Unicorn, Handymen, Dusafe, Bata, dan King Toes. *Cup insole* adalah bagian dalam dari sepatu yang diproduksi untuk memenuhi permintaan dari beberapa perusahaan yang memproduksi sepatu. Untuk memenuhi permintaan konsumen, perusahaan menggunakan strategi *make to order*, sehingga jenis *cup insole* yang diproduksi sesuai dengan pesanan dari konsumen. Pola produksi pada perusahaan ini adalah *flow shop* dimana setiap pekerjaan memiliki urutan produksi yang sama. Sistem penjadwalan perusahaan saat ini menggunakan metode *First Come First Serve* (FCFS).

Dalam hal ini perusahaan sering mengalami kesulitan untuk memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu. Masalah ketidaktepatan jadwal pengiriman pesanan tersebut disebabkan oleh jadwal produksi yang tidak tepat atau sistem penjadwalan produksi yang

belum optimal. Selain itu, penentuan *due date* yang dilakukan hanya berdasarkan intuisi dan perkiraan. Perusahaan tidak melakukan estimasi berapa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi order dan juga tidak mengestimasi kapan order tersebut selesai diproduksi dan dapat dikirim ke konsumen pada saat kedatangan order. Hal tersebut yang menyebabkan *due date* yang dijanjikan kepada customer tidak sesuai dengan kemampuan produksi perusahaan sehingga mengakibatkan terjadinya keterlambatan. Jika hal ini terjadi terus-menerus maka akan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan sehingga resiko kehilangan pelanggan menjadi lebih besar. Hal ini berakibat pada berkurangnya keuntungan perusahaan.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu adanya usulan penjadwalan produksi dengan mengakomodasi sistem yang ada di PT. Putri Riwayu Jaya untuk meminimasi makespan. Dalam penelitian ini menggunakan metode penjadwalan produksi *Campbell, Dudek, Smith* dan metode penjadwalan *Nawaz, Enscore, Ham* yang bertujuan menentukan urutan produksi optimal untuk meminimumkan makespan pada perusahaan dengan pola lantai produksi *flow shop*.

Penjadwalan Produksi

Penjadwalan (*scheduling*) didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Yamit, 1996). Menurut Conway (1996), Penjadwalan adalah suatu

proses pengurutan pembuatan produk secara menyeluruh pada beberapa mesin. Sedangkan menurut Baker (1974), penjadwalan didefinisikan sebagai suatu proses pengalokasian sumber daya atau mesin-mesin yang ada untuk melaksanakan tugas-tugas yang ada dalam suatu waktu tertentu.

Tujuan penjadwalan menurut Baker, yaitu :

1. Meningkatkan produktivitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu menganggur.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi (*work in process inventory*) untuk mengurangi biaya penyimpanan dengan mengurangi jumlah rata-rata pekerjaan yang menunggu dalam antrian suatu mesin karena masih terlalu sibuk.
3. Mengurangi waktu keterlambatan karena batas waktu (*due date*) telah dilampaui dengan cara mengurangi maksimum keterlambatan maupun mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat.
4. Minimasi ongkos produksi.
5. Pemenuhan *due date*, karena dalam kenyataannya apabila terjadi keterlambatan pemenuhan *due date* yang telah ditetapkan dapat dikenakan suatu denda atau *pinalty*.

Metode Campbell, Dudek dan Smith (CDS)

CDS merupakan salah satu metode penjadwalan produksi yang dapat meminimasi *makespan* dan menghasilkan solusi yang mendekati optimal (Ginting, 2009). Metode CDS mencari urutan prioritas terbaik dengan mengkombinasikan stasiun kerja yang ada menjadi dua kelompok mesin. Dari dua kelompok mesin tersebut kemudian dicari dengan mengutamakan waktu proses tercepat. Bila waktu proses terkecil terletak di mesin pertama, *job* tersebut diletakkan di urutan depan. Sedangkan bila waktu proses terkecil terletak di mesin kedua, *job* tersebut diletakkan di urutan belakang. Adapun langkah-langkah penjadwalan algoritma CDS adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan jumlah iterasi, yaitu jumlah mesin – 1
- b. Ambil penjadwalan pertama ($K=1$). Untuk seluruh *job* yang ada, carilah nilai $t_{i,2}^*$ yang minimum yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua, dimana $t_{i,1}^* = t_{i,1}$ dan $t_{i,2}^* = t_{i,2}$. Lakukan juga untuk iterasi selanjutnya.
- c. Lakukan aturan Johnson. 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.
- d. Pindahkanlah tugas-tugas tersebut dari daftarnya dan susun dalam bentuk deret penjadwalan. Jika masih ada *job* yang tersisa, berarti penjadwalan telah selesai. Dengan demikian, waktu proses dari kedua mesin yaitu mesin pertama ($t_{i,1}^*$) dan mesin kedua ($t_{i,2}^*$) pada penjadwalan ke- k adalah

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,k} \quad (1)$$

$$t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1} \quad (2)$$

Jika jadwal ke- $k = m-1$ sudah tercapai berarti penjadwalan sudah selesai.

Untuk mengetahui nilai *makespan* selain dengan menggunakan *ganttt chart* maka dapat dicari juga dengan menyisipkan *idle time*. Berikut ini merupakan jbaran rumusnya :

$$I_{(1),2} = t_{(1),1} \quad (3)$$

$$I_{(2),2} = \max [0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} - t_{(1),2} - I_{(1),2})] \quad (4)$$

$$I_{(2),3} = \max [0, (t_{(1),1} + t_{(2),1} + t_{(3),1} - t_{(1),2} - t_{(1),2} - I_{(1),2} - I_{(1),2})] \quad (5)$$

$$I_{(i),2} = \max \left[0, \left(\sum_{k=1}^i t_{i(k),1} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{i(k),2} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{i(k),2} \right) \right] \quad (6)$$

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan *Idle time* adalah menghitung waktu selesai untuk mengetahui waktu *job* selesai diproduksi.

$$\overset{end}{t}_{(1),1} = t_{(1),1} \quad (7)$$

$$\overset{end}{t}_{(2),1} = \overset{end}{t}_{(1),1} + t_{(2),1} \quad (8)$$

$$\overset{end}{t}_{(1),2} = \overset{end}{t}_{(1),1} + t_{(1),2} \quad (9)$$

$$\overset{end}{t}_{(2),2} = \max [\overset{end}{t}_{(1),2}, \overset{end}{t}_{(2),1}] + t_{(2),2} \quad (10)$$

$$\overset{end}{t}_{(i),m} = \max [\overset{end}{t}_{(i-1),m}, \overset{end}{t}_{(i),m-1}] + t_{(i),m} \quad (11)$$

$$M.S = \sum_{i=1}^n \overset{end}{t}_{(i),m} + \sum_{i=1}^n I_{(i),m} \quad (12)$$

Metode Nawaz, Ensore and Ham (NEH)

Nawaz, Ensore and Ham (1983) menguraikan suatu metode heuristik yang mudah untuk membangun dan memberi hasil yang baik dalam banyak kasus. Dimana menurut *Nawaz, Ensore and Ham* dengan total waktu proses pada semua mesin yang lebih besar seharusnya diprioritaskan untuk dikerjakan lebih dahulu daripada *job* dengan total waktu proses yang lebih kecil. Proses ini berulang sampai semua *job* sudah dijadwalkan sehingga banyaknya iterasi tersebut adalah $(n*(n+1))/2-1$. Langkah-langkahnya adalah :

- a. Hitung waktu total proses masing-masing *job*.

$$T = \sum_{j=1}^m t_y \quad (13)$$

Untuk semua *job* i , dengan t adalah waktu proses *job* i dimesin j .

- b. Urutkan *job* berdasarkan aturan SPT (*Shortest Processing Time*).
- c. Setelah itu, dimulai dengan mencoba dua urutan pertama kemudian hitung *makespan* dari kemungkinan urutan dua *job* tersebut. Pilih urutan dengan *makespan* yang terkecil dan urutan dengan *makespan* yang terbesar akan dibuang atau tidak digunakan.

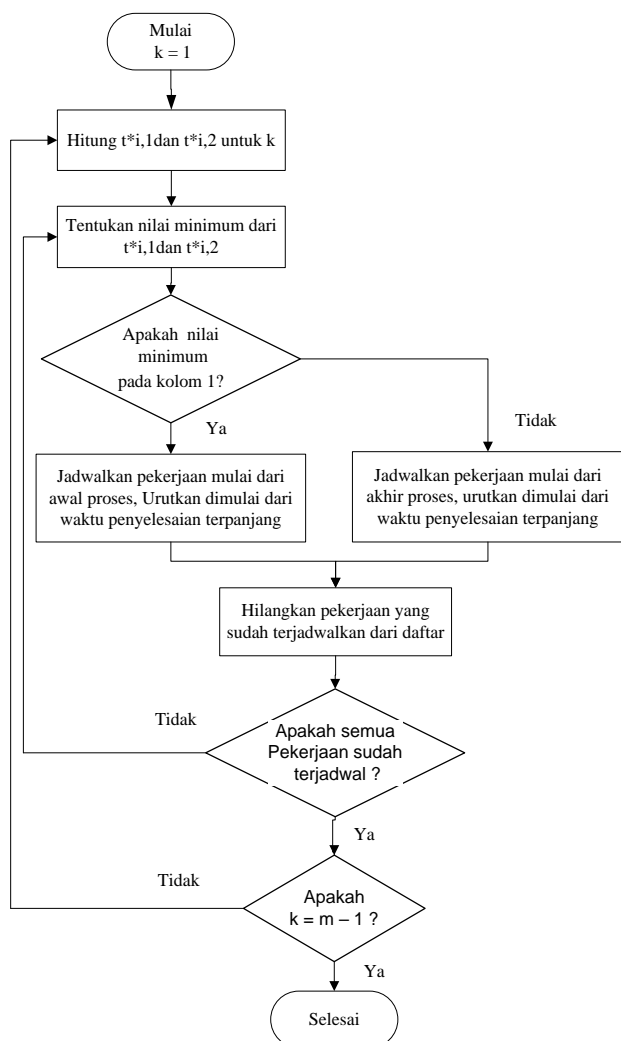
- d. Perhitungan dilanjutkan berdasarkan *job* selanjutnya dan diurutkan kembali serta dihitung makespannya.
- e. Lakukan terus menerus perhitungan tersebut hingga didapat urutan dengan makespan terkecil. Maka makespan terkecil yang akan dipilih.

METODE PENELITIAN

Tahapan metodologi dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

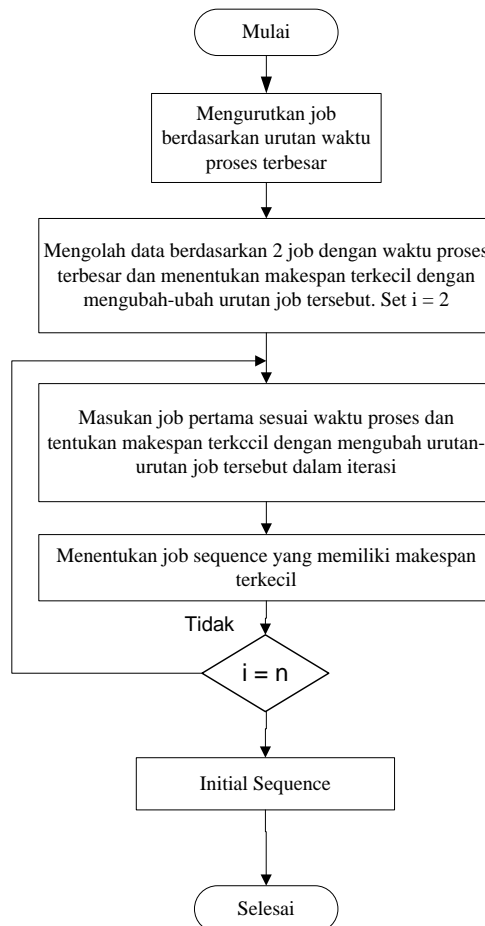
1. Dari data yang didapat, langkah awal yaitu menghitung kapasitas produksi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produk.
2. Kemudian langkah selanjutnya adalah menghitung *makespan* terkecil melalui penjadwalan produksi dengan metode CDS. Untuk *flowchart* tersaji pada Gambar 1.
3. Kemudian membandingkan dengan *makespan* yang dihasilkan dari metode NEH. Untuk *flowchart* tersaji pada gambar 2.

Berikut ini *flow chart* yang menggambarkan adalah langkah-langkah dalam melakukan penjadwalan CDS.



Gambar 1. *Flow Chart* Metode Campbell, Dudek, Smith (CDS)

Berikut ini *flow chart* yang menggambarkan adalah langkah-langkah dalam melakukan penjadwalan NEH.



Gambar 2. *Flow Chart* Metode Nawaz, Enscore and Ham (NEH)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Produksi

Berikut ini adalah data produksi berdasarkan permintaan produk pada bulan Maret 2014 yang terdiri dari tipe *cup insole* yaitu *Fly Power*, *Handymen*, *Cheetah*, *Osha*, *Dusafe* dan *Sand*. Data produksi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Produksi pada Bulan Maret 2014

Job	Produk	Jumlah (pasang)
1	Fly Power	1400
2	Handymen	2450
3	Cheetah	2800
4	Osha	1800
5	Dusafe	900
6	Sand	600
Jumlah		9950

Data Stasiun Kerja

Berikut ini merupakan data jumlah mesin yang digunakan tiap stasiun untuk memproduksi *cup insole*, waktu proses *cup insole* per pasang untuk setiap stasiun dan kapasitas mesin memproduksi *cup insole* per

pasang dalam satu kali proses setiap stasiun. Waktu proses untuk seluruh tipe produk adalah sama.

Tabel 2 Waktu Proses, Jumlah Mesin dan Kapasitas Mesin di Setiap Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	Jumlah Mesin (unit)	Waktu Proses / Pasang (menit)	Kapasitas Mesin / Proses (pasang)
Pemotongan Bahan	2	0,1	1
Laminating	1	0,57	1
Oven	2	4	28
Press	6	4	8
Potong	4	0,29	1
Trimming	4	0,83	0,5
Logo / Embossing	4	0,33	0,5
Packing	1	0,12	1

Perhitungan kapasitas yang dibutuhkan adalah waktu proses per pasang tiap stasiun dikalikan target produksi berdasarkan besarnya permintaan pada bulan Maret 2014 kemudian dibagi dengan jumlah mesin yang digunakan.

Tabel 3. Kebutuhan Waktu Proses Bulan Maret 2014 (menit)

Job	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	70	798	100	117	101,5	581	231	168
2	122,5	1396,5	175	205	177,625	1016,75	404,25	294
3	140	1596	200	234	203	1162	462	336
4	90	1026	129	150	130,5	747	297	216
5	45	513	65	75	65,25	373,5	148,5	108
6	30	342	43	50	43,5	249	99	72

Berikut ini merupakan contoh perhitungan kapasitas stasiun pemotongan bahan (M3) untuk *Fly Power* :

Stasiun pemotongan bahan :

Waktu proses / pasang = 0,1 menit
 Target produksi / bulan = 1400 pasang
 Jumlah mesin pemotongan = 2 unit
 Kapasitas mesin / proses = 1 pasang

Kapasitas yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{Waktu proses} \times \text{Target produksi/hari}}{\text{Jumlah mesin} \times \text{Kapasitas mesin}}$$

$$= \frac{0,1 \text{menit} \times 1400 \text{unit}}{2 \text{unit} \times 1 \text{unit}}$$

$$= 70 \text{ menit}$$

Penjadwalan Produksi Awal Perusahaan

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan, saat ini perusahaan menggunakan model penjadwalan *FCFS* (*First Come First Serve*) dimana order yang tiba lebih awal akan dilayani lebih dahulu. Order yang berada di antrian belakang harus menunggu sampai semua order yang berada didepannya selesai dikerjakan. Urutan penjadwalan produksi yang terjadi pada bulan Maret 2014 dan ditunjukkan dalam bentuk gantt chart pada gambar 4.2 adalah sebagai berikut : 1 – 2 – 3 – 4 – 5 - 6, urutan produksi ini menghasilkan makespan sebesar 7200 menit.

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

Perhitungan metode penjadwalan CDS yang dilakukan menggunakan pengurutan 6 job terhadap 8 mesin. Banyaknya kombinasi urutan job / iterasi yang akan dilakukan dicari dengan menggunakan rumus $k = m - 1$. Dimana m adalah banyaknya jumlah mesin yang digunakan, karena jumlah stasiun kerja perusahaan ini ada 8 unit maka : $k = 8 - 1 = 7$. Maka, banyaknya kombinasi urutan job / iterasi yang dilakukan sampai tujuh kali iterasi.

Langkah / iterasi pertama (k_1) dilakukan dengan menentukan $t_{i,1}^*$ dan $t_{1,2}^*$. Waktu proses untuk $t_{i,1}^*$ diambil dari waktu proses pemotongan bahan, sedangkan $t_{1,2}^*$ diambil dari waktu proses *packing*. Berikut masing-masing urutan job dari hasil iterasi, selanjutnya dihitung nilai makespannya. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.18. Pada gambar ditunjukkan gantt chart penjadwalan produksi yang dihasilkan dengan menggunakan metode CDS pada makespan terpendek atau minimum.

Tabel 4. Tabel nilai *makespan* pada setiap iterasi

Iterasi	Urutan	Makespan (menit)
K1	6-5-1-4-2-3	8298,5
K2	3-2-4-1-5-6	6828,375
K3	6-5-1-4-2-3	8298,5
K4	3-2-4-1-5-6	6828,375
K5	6-5-1-4-2-3	8298,5
K6	3-2-4-1-5-6	6828,375
K7	6-5-1-4-2-3	8298,5

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode CDS, terdapat urutan *job* dengan total *makespan* terkecil yaitu sebesar 6828,375 menit. Dengan urutan prioritas *job* 3-2-4-1-5-6 yang di peroleh dari K2, K4 dan K6.

Penjadwalan Dengan Metode NEH (*Nawas, Ensore, Ham*)

Prinsip metode NEH adalah mencari solusi terbaik dengan cara menukar posisi *job* sehingga diperoleh berbagai kemungkinan urutan pekerjaan untuk mencapai hasil yang terbaik. Banyaknya iterasi yang dilakukan pada metode NEH ini yaitu sebanyak $(n*(n+1)/2)-1$ iterasi, dimana n merupakan jumlah *job* yang akan dijadwalkan. Pada penelitian ini terdapat 6 *job* sehingga didapatkan 20 iterasi.

Langkah awal yang dilakukan dalam metode NEH adalah menghitung jumlah total waktu proses setiap *job*, kemudia melakukan pengurutan berdasarkan SPT (*short processing time*).

Berdasarkan perhitungan diatas pengurutan *job* berdasarkan SPT adalah sebagai berikut.

- Menghitung jumlah total waktu proses setiap *job*.

Tabel 5. Perhitungan Total Waktu Proses (menit)

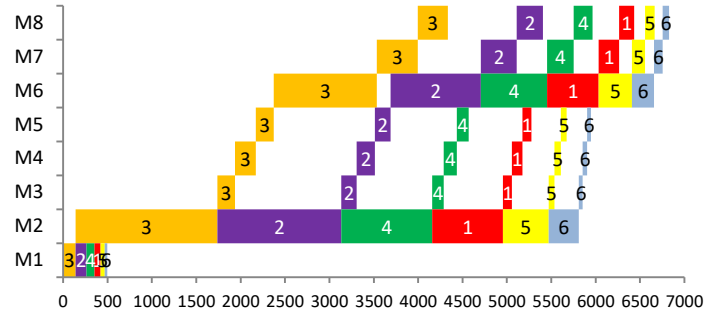
Job	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Jumlah
1	70	798	100	117	101,5	581	231	168	2166,5
2	122,5	1396,5	175	205	177,63	1016,75	404,25	294	3791,63
3	140	1596	200	234	203	1162	462	336	4333
4	90	1026	129	150	130,5	747	297	216	2785,5
5	45	513	65	75	65,25	373,5	148,5	108	1393,25
6	30	342	43	50	43,5	249	99	72	928,5

- b. Melakukan pengurutan berdasarkan SPT (*short processing time*). Berdasarkan perhitungan diatas pengurutan *job* berdasarkan SPT (*short process time*) adalah Job 6 (Sand) – Job 5 (Dusafe) – Job 1 (Fly Power) – Job 4 (Osha) – Job 2 (Handymen) – Job 3 (Cheetah)
- c. Mencoba dua urutan pertama dari aturan SPT yang telah dihitung dan pilih *makespan* terkecil maka urutan tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk perhitungan berikutnya. Perhitungan dilanjutkan berdasarkan *job* selanjutnya dan kemudian diurutkan kembali, serta dihitung *makespan*nya. Lakukan terus menerus perhitungan tersebut hingga didapat urutan dengan *makespan* terkcecil. Dibawah ini merupakan perhitungan prioritas *work order* no. 6 – 5, yang tersaji pada tabel 4.21 :

Tabel 6. Perhitungan Metode NEH (menit)

Iterasi	Urutan Job	Makespan
1	6,5	1720,25
2	5,6	1556,75
3	1,5,6	2561
4	5,1,6	2726,5
5	5,6,1	2996,5
6	4,1,5,6	3647
7	1,4,5,6	3844
8	1,5,4,6	4148,5
9	1,5,6,4	4418,5
10	2,4,1,5,6	5214,875
11	4,2,1,5,6	5461,375
12	4,1,2,5,6	5763,125
13	4,1,5,2,6	6168,125
14	4,1,5,6,2	6438,125
15	3,2,4,1,5,6	6828,375
16	2,3,4,1,5,6	7037,5
17	2,4,3,1,5,6	7314,5
18	2,4,1,3,5,6	7716
19	2,4,1,5,3,6	8121
20	2,4,1,5,6,3	8391

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode NEH, terdapat urutan *job* dengan total *makespan* terkecil yaitu sebesar 6828,375 menit. Dengan urutan Job 3 (Cheetah) - Job 2 (Handymen) - Job 4 (Osha) - Job 1 (Fly Power) - Job 5 (Dusafe) - Job 6 (Sand).



Gambar 3. Gantt Chart penjadwalan dengan metode NEH

Perbandingan Penjadwalan Kondisi Awal Perusahaan dengan Metode CDS dan NEH

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui produksi dengan metode FCFS, CDS dan NEH . Berikut ini adalah perbandingan *makespan* kondisi awal perusahaan dengan dua metode usulan.

Tabel 7. Perbandingan Metode FCFS, CDS, dan NEH

Metode	Urutan Job	Makespan (menit)
Perusahaan	1-2-3-4-5-6	7200
CDS	3-2-4-1-5-6	6828,375
NEH	3-2-4-1-5-6	6828,375

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan didapat bahwa hasil penjadwalan antara metode NEH dan CDS adalah sama yaitu dengan urutan *Job* 3 (Cheetah) - *Job* 2 (Handymen) - *Job* 4 (Osha) - *Job* 1 (Fly Power) - *Job* 5 (Dusafe) - *Job* 6 (Sand) dan *makespan* 6828,375 menit. Walaupun demikian, hasil tersebut lebih optimal dibandingkan dengan penjadwalan awal perusahaan yaitu *Job* 1 (Fly Power) – *Job* 2 (Handymen) – *Job* 3 (Cheetah) – *Job* 4 (Osha) – *Job* 5 (Dusafe) - *Job* 6 (Sand) dengan *makespan* sebesar 7200 menit. Dengan demikian perusahaan dapat menghemat waktu sebesar 371,625 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data maka dapat disimpulkan bahwa urutan penjadwalan produksi yang terbaik dapat dilakukan dengan menggunakan metode CDS maupun metode NEH. Urutan penjadwalan produksi dengan *makespan* terpendek adalah *Job* 3 (Cheetah) - *Job* 2 (Handymen) - *Job* 4 (Osha) - *Job* 1 (Fly Power) - *Job* 5 (Dusafe) - *Job* 6 (Sand) dengan *makespan* 6828,375 menit. Berdasarkan cara pengolahan datanya, metode NEH lebih unggul dari metode CDS karena lebih teliti dalam menghitung kemungkinan urutan *job* yang dijadwalkan.

DAFTAR PUSTAKA

Baker, K.R. 1974. *Introduction to Sequencing dan Scheduling*. John Wiley dan Sons Inc. New York.

Bedworth., D.D., dan Bailey., J.E. 1987. *Integrated Production Control Systems*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Conway,R.W. Maxwell, W.L, and Miller,L.W. (1967). *Theory of Schedulling*, Addison Weshley, Massachusetts.

Desiana, Lia. 2010. Usulan Penjadwalan Produksi dengan Perbandingan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Ensore Ham (NEH). *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon. (Tidak Publikasi)

Fogarty, D.W., Blackstone, J.H and Hoffman, T.R., 1991, *Production and Inventory Management* , Cincinnati, Ohio, South – Western Publishing Co.

Gasperz, Vincent. 2001. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*. PT. Gramedia. Jakarta.

Ginting, Rosnani. 2009, *Penjadwalan Mesin*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.

Nasution, A.H., dan Prasetyawan, Y. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Guna Widya. Surabaya.

Sutanto, L.H. 2007. Analisa Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Metode Nawaz, Ensore, Ham (NEH) & Metode Campbell, Dudek, Smith (CDS) Pada PT. Panelindo Makmur Sentosa. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri Universitas Bina Nusantara . Jakarta. (Tidak Publikasi)

Pinedo, Michael. 1995. *Scheduling Theory, Algorithm and System*, New Jersey, Precentice Hall.

Wicaksono, F.E., Ratnawati D.E., dan Darma B., 2013, *Simulasi Aturan Johnson Untuk Penjadwalan Produksi Flowshop di Perusahaan Furniture Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Universitas Brawijaya, Malang

Yamit, Zulian. (1996). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Ekosnesia. Yogyakarta.