

USULAN PENJADWALAN PRODUKSI DI PD SALANDO MENGUNAKAN ALGORITMA CAMPBELL, DUDEK, SMITH (CDS) DAN NAWAZ, ENSCORE, HAM (NEH) UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN

Zainal Abidin¹, Kulsum², Akbar Gunawan³

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Slasdrem@yahoo.com¹, kulsum.ti@gmail.com², a68ar.untirta.ac.id³

ABSTRAK

PD Salando adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan sepatu. Dalam melakukan aktivitas produksinya perusahaan menghasilkan keluaran produk fabrikasi berupa sepatu pantofel. Sistem produksi pada perusahaan ini memiliki pola aliran flowshop, karena lini proses produksinya satu arah, urutan mesin yang dilalui setiap job harus sama dan harus diproses tepat sekali pada setiap mesin. Pada proses produksinya masih terdapat kendala-kendala yang terjadi, salah satunya ketika terdapat 8 job sepatu pantofel yang harus diselesaikan dimana dalam proses pengerjaannya melalui stasiun kerja yang sama dan perusahaan hanya memiliki 9 stasiun dan 9 mesin, sedangkan pesanan (order) dikerjakan pada waktu yang sama dengan due date yang sama, sehingga sering terjadi keterlambatan pengiriman pesanan pada produk sepatu pantofel yang diakibatkan proses produksi yang bersamaan untuk semua job pada mesin yang sama. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan urutan pekerjaan yang optimal di PD Salando agar diperoleh makespan yang minimum dan membandingkan nilai makespan kebijakan penjadwalan eksisting dengan penjadwalan usulan. Oleh karena itu untuk dapat menjawab tujuan dari penelitian tersebut perlu dilakukan penjadwalan metode Campbell, Dudek, Smith (CDS) dan metode Nawaz, Enscore, Ham (NEH). Metode Campbell, Dudek, Smith (CDS) ini merupakan proses penjadwalan atau penugasan kerja berdasarkan atas waktu kerja yang terkecil yang digunakan dalam melakukan produksi dan metode Nawaz, Enscore, Ham (NEH) adalah penjadwalan dengan pekerjaan total waktu proses semua mesin lebih besar, seharusnya diberi bobot yang lebih tinggi untuk dimasukkan terlebih dahulu ke dalam jadwal. Hasil dari metode CDS dengan makespan sebesar 14739,98 menit dan urutan job 2-4-3-1 makespan ini memiliki selisih sebesar 57,27 menit dari penjadwalan yang dimiliki perusahaan dengan makespan sebesar 14797,05 menit dan urutan job 1-2-3-4 sedangkan untuk metode NEH didapatkan makespan sebesar 8123,18 menit dan urutan job 3-4-1-2 makespan ini memiliki selisih sebesar 6673,87 menit dari penjadwalan yang dimiliki perusahaan. Angka ini menunjukkan total makespan dan urutan job yang diperlukan untuk meminimasi waktu idle (menganggur).

Kata Kunci : CDS, Flowshp, Job, Makespan, NEH

ABSTRAK

PD Salando is a company engaged in the manufacture of shoes. In conducting its production activities the company produces the output of fabrication products in the form of pantofel boots. The production system in this company has flowshop flow pattern, because the production process line is one way, the order of the machine through each job must be same and must be processed exactly once on each machine. In the production process there are still obstacles that occur, one of them when there are 8 job shoes pantofel to be completed where in the process through the same work station and the company only has 9 stations and 9 machines, while orders (orders) done at the time Equal to the same due date, so there is often a delay in order delivery on pantofel shoe products which resulted from the same production process for all jobs on the same machine. The purpose of this study is to determine the optimal sequence of work in PD Salando to obtain the minimum makespan and compare the value of makespan existing scheduling policy with scheduling proposals. Therefore, to be able to answer the purpose of the research needs to be scheduling methods Campbell, Dudek, Smith (CDS) and methods Nawaz, Enscore, Ham (NEH). Cambell method, Dudek, Smith (CDS) is a process of scheduling or assignment work based on Over the smallest working time used in production and the Nawaz, Enscore, Ham (NEH) method is scheduling with the total work time of all larger machines, should be given a higher weight to be incorporated into the schedule. The result of CDS method with makespan is 14739,98 minutes and the sequence of job 2-4-3-1 makespan has difference of 57,27 minutes from scheduling owned by company with makespan equal to 14797,05 minute and job sequence 1-2-3 -4 whereas for NEH method got makespan of 8123,18 minutes and job sequence 3-4-1-2 makespan has difference of 6673,87 minutes from scheduling owned by company. This figure shows the total makespan and the job sequence required to minimize idle time.

Keywords: CDS, Flowshp, Job, Makespan, NEH

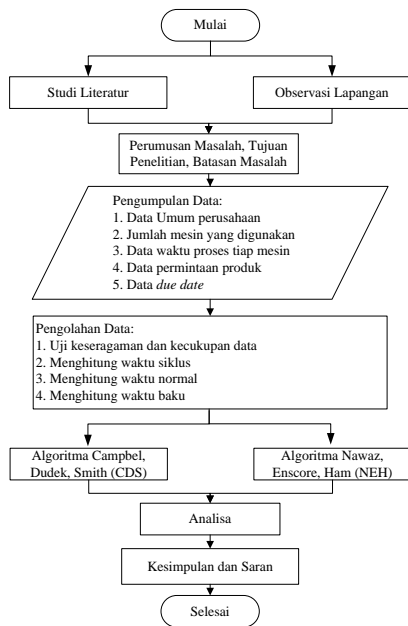
PENDAHULUAN

PD Salando adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan sepatu. Dalam melakukan aktivitas produksinya perusahaan menghasilkan keluaran produk fabrikasi berupa sepatu pantofel. Sistem produksi pada perusahaan ini memiliki pola aliran *flowshop*, karena lini proses produksinya satu arah, urutan mesin yang dilalui setiap *job* harus sama dan harus diproses tepat sekali pada setiap mesin. Pada proses produksinya masih terdapat kendala-kendala yang terjadi, salah satunya ketika terdapat 8 *job* sepatu pantofel yang harus diselesaikan dimana dalam proses pengerjaannya melalui stasiun kerja yang sama dan perusahaan hanya memiliki 9 stasiun dan 9 mesin, sedangkan pesanan (*order*) dikerjakan pada waktu yang sama dengan *due date* yang sama, sehingga sering terjadi keterlambatan pengiriman pesanan pada produk sepatu pantofel yang diakibatkan proses produksi yang bersamaan untuk semua *job* pada mesin yang sama. Hal tersebut memberi dampak negatif bagi perusahaan dari sisi finansial karena harus menanggung biaya pengiriman produk yang seharusnya di tanggung oleh konsumen dan merusak citra perusahaan karena tidak dapat menjaga komitmen yang telah konsumen percayakan pada perusahaan. Berdasarkan kondisi tersebut maka penelitian ini difokuskan untuk menentukan pengurutan *job* atau penjadwalan produksi agar dapat diketahui *job* mana yang harus dikerjakan terlebih dahulu dan mengurangi waktu penyelesaian total produksi, serta membandingkan nilai *makespan* penjadwalan produksi kondisi eksisting dengan penjadwalan produksi usulan yang akan dilakukan pada penelitian ini.

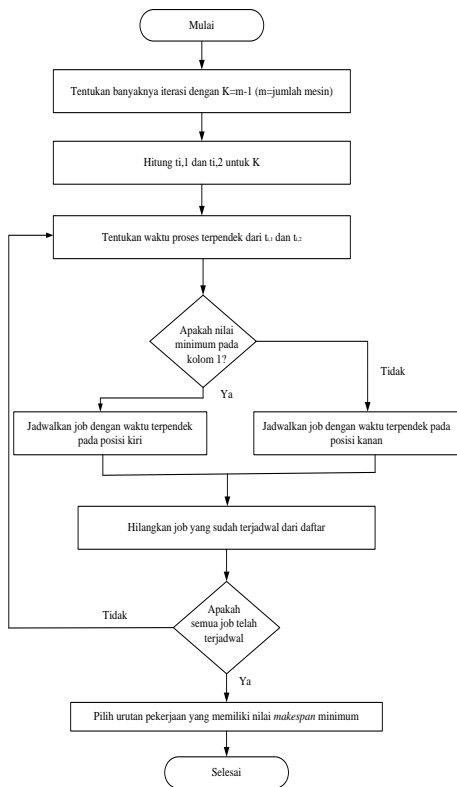
METODE PENELITIAN

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi permasalahan yang adadi perusahaan yang akan digunakan sebagai landasan untuk menggambarkan latar belakang dari permasalahan yang dihadapi. Informasi-informasi yang dibutuhkan didapatkan dari observasi langsung di PD Salando, wawancara dengan pihak pemasaran, Produksi, dan perawatan. Setelah mengumpulakn informasi tentang data penjualan produk, data mesin, data waktu *set up*, data waktu siklus di setiap mesin, *rating factor*, dan data *allowance* menjadi suatu dasar rekomendasi untuk perbaikan proses penjadwalan produksi dan menetapkan tujuan penelitian yang akan dicapai. Setelah data-data didapatkan kemudian meminimasi *makespan* menggunakan metode algoritma *Campbell*, *dudek*, *Smith* (CDS), dan metode *Nawas*, *Enscore*, *Ham* (NEH), sehingga mendapatkan urutan *job* yang terbaik dalam

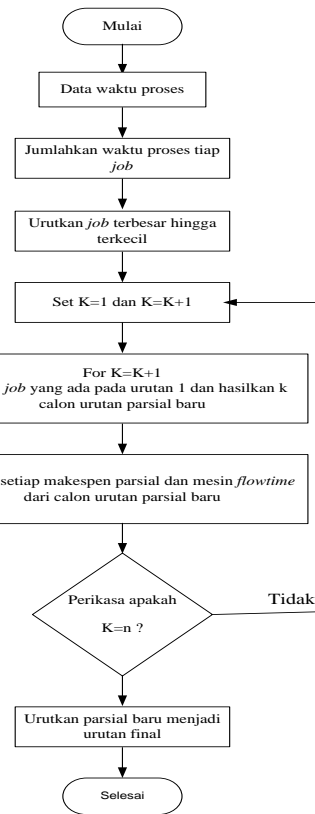
menyelesaikan penjadwalan *flowshop* yang dapat digunakan oleh PD Salando. Setelah dilakukan pengumpulan data maka langkah selanjutnya yaitu hitunglah jumlah uji kecukupan data, uji keseragaman data, waktu siklus, waktu normal, waktu standar, waktu penyelesaian, dan jumlah kan waktu proses setiap *job* yang di dapat dari waktu penyelesaian. Setelah itu, untuk dapat meminimasi *makespan* menggunakan metode algoritma CDS, terlebih dahulu dilakukan beberapa langkah. Langkah pertama tentukan jumlah iterasi, langkah kedua ambil penjadwalan pertama, langkah ketiga lakukan aturan *jhonson*, langkah keempat pindahkanlah tugas-tugas tersebut dari daftarnya dan susun dalam bentuk deret penjadwalan, langkah kelima nilai *makespan* selain menggunakan *gantt chart* dapat juga dengan menyisipkan waktu menunggu (*idle time*) dan urutan parsial dengan *makespan* terkecil menjadi urutan final dan stop. Adapun meminimasi *makespan* menggunakan metode algoritma NEH. Langkah pertama urutkan *job-job* menurut jumlah prosesnya dimulai dari yang terbes hingga terkecil dan hasil urutan ini disebut dengan daftar pengurutan *job-job*, langkah kedua ambil *job* yang menempati urutan pertama dan kedua pada daftar pengurutan *job-job* kemudian hitung jumlah *makespan parsial* dan *mean time*, langkah ketiga hilangkan *job* pertama dari daftar dan ambil *job* kedua dan ketiga kemudian hitung jumlah *makespan* dan *mean time*, langkah keempat hilangkan *job* kedua dari daftar dan ambil *job* pertama dan ketiga kemudian hitung jumlah *makespan* dan *mean time*, langkah kelima pilih calon *parsial* yang memiliki *makespan* terkecil, langkah keenam ambil *job* pertama, *job* kedua, dan *job* ketiga dalam calon urutan parsial baru kemudian hitung setiap *makespan* dan *flow time* dari *parsial* baru, pilih calon *parsial* yang memiliki *makespan* terkecil, urutan *parsial* baru menjadi urutan final dan stop.



Gambar 1. Flowchart penelitian



Gambar 2. Flowchart Algoritma CDS



Gambar 3. Flowchart Algoritma NEH

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data. Data yang digunakan yaitu data penjualan produk, data mesin, data waktu siklus di job 1, rating factor di mesin RF, allowance di mesin 1.

Tabel 1. Data penjualan produk

No	Tipe sepatu	Jumlah Order (Unit)
1	Derby	30
2	Sefty	30
3	Boot	30
4	Mocasin	30

Tabel 2. Data Mesin

Notasi	Keterangan
M1	Pola
M2	Pemotongan
M3	Seset
M4	Jahit
M5	Lasting
M6	Oven
M7	Pemasangan outsole

M8	Press
M9	Finishing

Tabel 3. Data waktu siklus job 1

No	Job	Mesin	Waktu Siklus
1	Job 1	M1	57,50
		M2	12,66
		M3	5,14
		M4	45,89
		M5	40,23
		M6	30,00
		M7	5,36
		M8	0,72
		M9	0,36

Tabel 4. Rating Factor untuk job 1 ml

No	Mesin	Faktor			
		Keterampilan	Usaha	Kondisi Kerja	Konsistensi
1	M1	C1(+0.06)	C2(+0.02)	D(0)	D(0)
Total		0.08			

Tabel 5. Allowance untuk job 1 ml

No	Mesin	Faktor	% Allowance	Allowance (I)
1	M1	1. Tenaga yang dikeluarkan	3	1.22
		2. Sikap kerja	4	
		3. Gerakan kerja	0	
		4. Kelelahan mata	7	
		5. Keadaan Temperatur tempat kerja	1	
		6. Keadaan atmosfer	2	
		7. Keadaan lingkungan	3	
		8. Kebutuhan pribadi	2	
		Total	22	

Perhitungan Uji Kecukupan Data

Derajat ketelitian dan tingkat keyakinan mencerminkan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah yang banyak (sampel). Pada penelitian ini digunakan tingkat ketelitian 5% yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya dan tingkat keyakinan sebesar 95% menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan. Perhitungan uji kecukupan data job 1 pada mesin 1 Untuk menghitung kecukupan data dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$N' = \left[\frac{K/S \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \tag{1}$$

$$= 0,41134$$

Perhitungan Uji Keseragaman Data

Untuk mendeteksi data yang diambil sudah seragam atau tidak maka dilakukan uji keseragaman data. Data dikatakan seragam apabila data berada pada batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Apabila data berada di luar batas maka data dinyatakan tidak seragam. Perhitungan BKA dan BKB untuk job 1 pada mesin 1 adalah sebagai berikut.

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma = 57,5 + 2(0,945) = 59,39 \text{ menit} \tag{2}$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma = 57,5 - 2(0,945) = 55,61 \text{ menit} \tag{3}$$

Perhitungan Waktu Siklus

Waktu penyelesaian satu satuan produksi mulai dari bahan baku mulai diproses di tempat kerja dan merupakan jumlah waktu tiap-tiap elemen job 1 ml.

$$\text{Waktu Siklus : Mean : } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{N} = \frac{7,17}{20} = 0,36 \text{ menit} \tag{4}$$

Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu siklus operator untuk menyelesaikan pekerjaannya yang ditambahkan dengan faktor penyesuaian. Faktor penyesuaian digunakan untuk menyesuaikan ketidakwajaran dan operator yang sedang diukur waktu menyelesaikan pekerjaannya. Ketidakwajaran ini bisa terjadi karena bekerja tanpa kesungguhan, terlalu cepat atau terlalu lambat. Beberapa faktor seperti kondisi ruang, ketrampilan buruh dalam melakukan pekerjaan dan lain-lain sangat berpengaruh terhadap hasil kerja. Faktor penyesuaian didapat dari pengamatan dilapangan dan diskusi dengan kepala produksi. Untuk menentukan nilai faktor digunakan tabel *westing house*. Dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi hasil perhitungan waktu normal Job setiap mesin

$$\text{Waktu Normal : Waktu Siklus x P} \tag{5}$$

$$: 56,05 \times 1,08$$

$$: 60,534 \text{ menit}$$

Waktu Baku

Setelah perhitungan waktu normal selesai, langkah berikutnya adalah menentukan waktu baku. Waktu baku adalah waktu normal yang diperlukan operator untuk menyelesaikan pekerjaannya yang ditambahkan dengan kelonggaran (*Allowance*). kelonggaran (*Allowance*) didapat dari pengamatan dilapangan dan diskusi dengan kepala produksi. Untuk menentukan nilai kelonggaran (*Allowance*) digunakan tabel kelonggaran Job 4 pada M1 :

$$\text{Waktu Baku : Waktu Normal x Allowance (I)} \tag{6}$$

$$: 60,53 \times 1,22$$

$$: 73,85 \text{ menit}$$

Perhitungan Metode CDS

Semua data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah dengan menggunakan metode *Campbell, Dudek, dan Smith (CDS)* dimana data yang dimasukkan hanya yang memiliki *makespan* terkecil.

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1

No	Job	Start Time M1	M1	Start Time M2	M2	Idle Time M2
1	4	0,00	2215,54	2215,54	486,03	2215,54
2	3	2215,54	2138,46	4354,01	511,34	1652,44
3	2	4354,01	2213,57	6567,58	520,35	1702,23
4	1	6567,58	2272,86	8840,44	535,47	1752,51

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1(Lanjutan)

No	Job	Start Time M3	M3	Idle Time M3	Start Time M4	M4
1	4	2701,57	196,84	2701,57	2898,42	2081,80
2	3	4865,35	188,61	1966,93	5053,96	2062,49
3	2	7087,93	184,81	2033,97	7272,73	2068,05
4	1	9375,90	201,68	2103,17	9577,59	1956,08

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1(Lanjutan)

No	Job	Idle Time M4	Start Time M5	M5	Idle Time M5
1	4	2898,42	4980,22	1688,11	4980,22
2	3	73,74	7116,45	1680,31	448,13
3	2	156,28	9340,79	1709,47	544,03
4	1	236,80	11533,67	1701,30	483,42

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1(Lanjutan)

No	Job	Start Time M6	M6	Idle Time M6	Start Time M7
1	4	6668,32	1248,75	6668,32	7917,07
2	3	8796,76	1248,75	879,68	10045,51
3	2	11050,25	1248,75	1004,75	12299,00
4	1	13234,97	1248,75	935,97	14483,72

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1(Lanjutan)

No	Job	M7	Idle Time M7	Start Time M8	M8
1	4	209,93	7917,07	8127,01	29,08
2	3	198,09	1918,50	10243,60	32,73
3	2	210,01	2055,40	12509,01	32,56
4	1	211,81	1974,71	14695,53	30,00

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1(Lanjutan)

No	Job	Idle Time M8	Start Time M9	M9	Idle Time M9
1	4	8127,01	8156,08	16,08	8156,08
2	3	2087,52	10276,33	16,06	2104,17
3	2	2232,69	12541,57	15,82	2249,19
4	1	2153,96	14725,53	14,45	2168,15

Tabel 6. Perhitungan Campbell Dudek Smith Iterasi ke 1(Lanjutan)

No	Job	M8	Finish Time
1	4	29,08	8172,16
2	3	32,73	10292,38
3	2	32,56	12557,39
4	1	30,00	14739,98
		Makespan	14739,98

Dari iterasi penjadwalan dengan metode *Campbell Dudek dan Smith (CDS)* diatas maka yang terpilih adalah urutan 4-3-2-1 dengan *makespan* = 14739,98 menit.

Perhitungan Metode NEH

Setelah didapat *makespan* menggunakan metode *CDS* maka penjadwalan berikutnya dengan metode algoritma *NEH*. Adapun urutan *job* dimulai dari yang memiliki dua *job* (set $K = 2$, ambil 2 jumlah *job* dari yang terbesar hingga terkecil) dimana data yang dimasukkan hanya urutan *job* yang memiliki *makespan* terkecil.

Tabel 7. Penjadwalan Parsial Urutan 3-4-1-2

Mesin	Job	Durasi	Mulai	Selesai
1	3	2138,46	0	2138,46
1	4	2215,54	2138,46	4354,01
1	1	2272,86	4354,01	6626,87
1	2	2213,57	6626,87	8840,44
2	3	511,34	2138,46	2649,81
2	4	486,03	2649,81	3135,83
2	1	535,47	3135,83	3671,30
2	2	520,35	3671,30	4191,65
3	3	188,61	2649,81	2838,42
3	4	196,84	2838,42	3035,26
3	1	201,68	3035,26	3236,94
3	2	184,81	3236,94	3421,75
4	3	2062,49	2838,42	4900,91
4	4	2081,80	4900,91	6982,70
4	1	1956,08	6982,70	8938,78
4	2	2068,05	8938,78	11006,84
5	3	1680,31	4900,91	6581,21
5	4	1688,11	6581,21	8269,32
5	1	1701,30	8269,32	9970,62
5	2	1709,47	9970,62	11680,09
6	3	1248,75	6581,21	7829,96
6	4	1248,75	7829,96	9078,71

6	1	1248,75	9078,71	10327,46
6	2	1248,75	10327,46	11576,21
7	3	198,09	7829,96	8028,06
7	4	209,93	8028,06	8237,99
7	1	211,81	8237,99	8449,80
7	2	210,01	8449,80	8659,81
8	3	32,73	8028,06	8060,78
8	4	29,08	8060,78	8089,86
8	1	30,00	8089,86	8119,86
8	2	32,56	8119,86	8152,42
9	3	16,06	8060,78	8076,84
9	4	16,08	8076,84	8092,92
9	1	14,45	8092,92	8107,36
9	2	15,82	8107,36	8123,18

C_{max} = Waktu penyelesaian setiap *job* terakhir pada mesin terakhir
 = 8123,18 menit
 \bar{F} = Jumlah waktu penyelesaian mesin terakhir dibagi dengan jumlah *job*
 = $(8076,84+8092,92+8107,36+8123,18)/4$
 = 25,195 menit

Jika ada calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan parsial* terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial baru tadi yang memiliki *mean flow time parsial* yang lebih kecil. Jika sama juga calon urutan parsial baru tadi secara acak. Dari calon parsial baru tadi yang terpilih adalah urutan 3-4-1-2. Urutan parsial baru menjadi urutan final dan stop adalah *job* 3-4-1-2, dengan *makespan* = 8123,18 menit dan *Flow Time* 25,195 menit.

Perbandingan penjadwalan eksisting dengan Metode CDS dan NEH.

Berikut ini merupakan perbandingan nilai *makespan* eksisting dan nilai *makespan* usulan dari hasil perhitungan yang telah di lakukan :

Tabel 8. Pdrbandingan Penjadwalan Eksistng dan Penjadwalan Usulan

Penjadwalan	Urutan job	Makespen	Flow Time
Perusahaan	1-2-3-4	14797,05	11502,24
CDS	2-4-3-1	14739,98	11420,71
NEH	3-4-1-2	8123,18	8100,074

Dari tabel diatas terlihat nilai *makespan* pada urutan *job* usulan memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan urutan *job* eksisting yang menandakan bahwa urutan *job* usulan lebih baik daripada urutan *job* eksisting.

KESIMPULAN

Penjadwalan produksi *flowshop* di PD Salando yang dapat dipilih dari dua alternatif yaitu metode CDS dan metode NEH adalah metode NEH karena *makespan* paling kecil yaitu 8123,18 menit. Urutan penjadwalan produksi *flowshop* di PD Salando dengan metode NEH yaitu pada urutan *job* 3-4-2-1

DAFTAR PUSTAKA

Baker, K R. 1974, *Introduction To Sequencing and Schedulling*, New York : John Wiley & Sons, Inc.

Kurniawan, M R., 2011, *Penjadwalan Proses Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell-Dudek-Smith (CDS) dan Metode Palmer pada PT Siantar Top Sidoarjo, Jawa Timur*, Skripsi, Jurusan Teknologi Industri Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

Masruroh, N., 2006, *Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith, Palmer dan Dannerbring di PT. Loka Refraktor Surabaya*, Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim.

Nasution , A H., 2008, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Surabaya : Penerbit Guna Widya.

Rachmasetia, R I., 2012, *Model Penempatan Part pada Hanger dengan Metode Algoritma Genetika dan Penjadwalan Hanger dengan Satu Crane di Bagian Surface Treatment PT. Dirgantara Indonesia*, Prosiding Seminar Produksi X, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom, Bandung. Hal. 78-84

Sutalaksana, I Z., 2006, *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, Bandung : Departemen Teknik Industri ITB.

Tannady, H., 2015, *Solusi Urutan Pengerjaan Job yang Tepat dengan Metode Campbell-Dudeck-Smith (CDS)*, J@TI Undip, Vol X, No 1

Yohanes, A., 2014, *Penjadwalan Produksi Di Line B Menggunakan Metode Campbell-Dudeck-Smith (CDS)*, Jurnal Dinamika Teknik, Vol 8 No 1 hal 7-15

Yulianti, S., 2011, *Pengaruh Elishth dalam Penyelesaian Permasalahan Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma*

Berevolusi, Konferensi Nasional Sistem
dan Informatika, Jurusan Matematika,
FMIPA, Bali. Hal 11-20