

**USULAN PENJADWALAN *JOB* DENGAN METODE
CAMPBELL, DUDEK AND SMITH (CDS) DAN METODE
NAWAZ, ENSCORE AND HAM (NEH) UNTUK MEMINIMASI
MAKESPAN PROSES STAMPING PART ISUZU
DI LINE B PT XYZ**

(Job Scheduling Method Proposed by Campbell, Dudek and Smith (CDS) and Nawaz, Enscore and Ham (NEH) to Minimize Makespan of Isuzu Part Stamping Process in Line B at PT XYZ)

Lina Gozali, Lamto Widodo, Wendy

**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri
Universitas Tarumanagara – Jakarta**

Abstrak

Persaingan di era globalisasi menyebabkan setiap perusahaan manufaktur harus terus meningkatkan kemampuan produksi dan pelayanan produksi dengan meningkatkan utilitas mesin dan ketepatan dalam penyelesaian produksi agar sesuai dengan waktu yang ditetapkan melalui metode penjadwalan. PT XYZ adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang otomotif, khususnya pada bidang *stamping part* atau komponen kendaraan beroda empat. Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimalkan waktu proses (*makespan*) dari proses produksi *stamping part* ISUZU pada Line B PT XYZ. Metode penjadwalan yang diusulkan terdiri dari dua metode yaitu *Campbell, Dudek, and Smith* (CDS) dan *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH). Dari kedua metode ini didapatkan urutan *job* yang berbeda, yang akan dibandingkan dengan penjadwalan yang diterapkan perusahaan. Metode NEH adalah metode yang memiliki waktu *makespan* yang terbaik, yaitu 4858 menit dan dapat menghemat 252 menit dari penjadwalan perusahaan dengan *makespan*, yaitu 5110 menit.

Kata Kunci: penjadwalan seri, metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS), metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH), *makespan*

Abstract

Competition in this globalization era has led manufacturing enterprises improving their production and services by enhancing the engine utility and accuracy in the production completion to meet the schedule set. PT. XYZ is a company engaged in the automotive industry, especially in the field of stamping parts or four-wheeled vehicles components. The purpose of this study is to minimize the processing time (makespan) of the ISUZU stamping parts production process in the Line B of PT. XYZ. The proposed scheduling method consists of two: Campbell, Dudek, and Smith (CDS) and Nawaz, Enscore and Ham (NEH). CDS Methods combine machines sorted from the smallest to the largest based on the Johnson's rule. NEH heuristic sorted the job in two different sequences (J1-J2 and J2-J1), selected the smallest makespan and carried it on until the n jobs. The two methods applied resulted in different job sequences to be compared with the scheduling applied in the company. NEH method is a method with the best makespan time which is 4,858 minutes. It can save 252 minutes of scheduling makespan from the original schedule of 5,110 minutes.

Keywords: *scheduling the series, the method of Campbell, Dudek and Smith (CDS), the method Nawaz, Enscore and Ham (NEH), makespan*

Tanggal Terima Naskah : 18 Juni 2012
Tanggal Persetujuan Naskah : 21 Desember 2012

1. PENDAHULUAN

PT XYZ adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang otomotif, khususnya pada bidang *stamping part* atau komponen kendaraan beroda empat. Penyelesaian produk secara tepat waktu dan optimal merupakan sasaran yang harus dicapai dimana solusi utamanya adalah dengan memaksimalkan penjadwalan secara efektif. Pengambilan keputusan penjadwalan harus didasarkan atas beberapa kriteria penting, antara lain meminimasi *idle time*, total waktu *set-up*, *work in process inventory*, dan maksimisasi utilitas mesin. Penentuan jadwal yang memenuhi seluruh kriteria di atas sangat sulit. Untuk menyederhanakan masalah, digunakan suatu kriteria yang dapat mewakili dari beberapa kriteria di atas. Kriteria tersebut adalah meminimasi *makespan*, yaitu meminimumkan panjang waktu keseluruhan operasi dalam proses secara lengkap. Meminimasi *makespan* cenderung menghasilkan *idle time* yang pendek, persediaan barang setengah jadi yang rendah, dan utilitas mesin tinggi [1].

Metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dikembangkan oleh H.G Campbell, R.A. Dudek, dan M.L. Smith yang didasarkan atas algoritma *Johnson* [2]. Metode ini pada dasarnya memecahkan persoalan dua mesin *flow shop* dengan membagi m mesin ke dalam dua grup, kemudian pengurutan *job* pada kedua mesin tadi menggunakan algoritma *Johnson*. Setelah diperoleh sebanyak $m-1$ alternatif, kemudian dipilih urutan dengan *makespan* terkecil.

Nawaz, Enscore, and Ham (NEH) merupakan algoritma yang menggunakan aturan prioritas *Longest Processing Time* dalam menentukan *job* mana yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam *sequence*. Cara memasukan *job* tersebut adalah dengan mencobanya ke *slot* yang memungkinkan dan dari kemungkinan-kemungkinan tersebut dipilih yang mempunyai nilai objektif yang paling optimal. Algoritma *Nawaz, Enscore, and Ham* (NEH) disebut juga metode *Incremental Construction Algorithms*, yang telah mendapat penghargaan sebagai metode heuristik terbaik dalam *Permutation Flow-Shop Sequencing Problem* (PFSP) oleh Taillard (1990).

2. METODE PENJADWALAN

2.1 Penjadwalan

Penjadwalan didefinisikan oleh Kenneth R. Baker (1974), yaitu proses pengalokasian sumber untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu [2]. Dari definisi ini dapat dijabarkan ke dalam dua artian yang berbeda. Pertama adalah penjadwalan merupakan sebuah fungsi pengambilan keputusan, yaitu dalam menentukan jadwal yang paling tepat. Kedua, penjadwalan merupakan sebuah teori yang berisi kumpulan prinsip, model, teknik, dan konklusi logis dalam proses pengambilan keputusan yang mempunyai peran penting dalam perindustrian. Penjadwalan merupakan proses pengambilan keputusan yang mempunyai peran yang penting dalam kebanyakan industri manufaktur dan jasa.

Kenneth R. Baker mengidentifikasi beberapa tujuan dari penjadwalan, yaitu:

- Meningkatkan produktivitas mesin, yaitu dengan mengurangi waktu mesin menganggur.
- Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan jalan mengurangi jumlah rata-rata pekerjaan yang menunggu dalam antrian suatu mesin karena mesin terlalu sibuk.
- Meminimasi ongkos produksi.

- Mengurangi keterlambatan karena batas waktu telah terlampaui dengan cara mengurangi maksimum keterlambatan maupun dengan mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat.

Penjadwalan digunakan dalam pembelian dan produksi, transportasi dan distribusi, dan dalam pemrosesan informasi dan komunikasi. Fungsi penjadwalan di perusahaan menggunakan teknik-teknik matematis atau metode heuristik dalam mengalokasikan sumber yang terbatas ke pemrosesan tugas-tugas. Sumber disini dapat berupa mesin di lantai produksi, landasan di *airport*, pekerja di proyek konstruksi, atau alat pemrosesan dalam lingkungan komputer. Pekerjaan dapat berupa operasi, tinggal landas, dan mendarat dalam *airport*, stasiun-stasiun dalam proyek konstruksi, atau program komputer yang menunggu untuk dieksekusi. Setiap tugas mempunyai prioritas yang berbeda-beda, waktu mulai yang berbeda, dan tenggang waktu pengerjaan yang berbeda juga. Fungsi objektif yang dicari juga dapat berbagai bentuk seperti meminimasi waktu untuk menyelesaikan semua tugas atau meminimasi jumlah tugas yang terlambat [3].

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

Perhitungan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut [4]:

- 1) Ambil urutan pertama ($k=1$). Untuk seluruh tugas yang ada, carilah harga $t_{i,1}^*$ dan $t_{i,2}^*$ yang minimum, yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dari kedua.
- 2) Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama (misal $t_{i,1}$), selanjutnya tempatkan pada urutan awal, bila waktu minimum didapat pada mesin kedua (misal $t_{i,2}$), tugas tersebut ditempatkan di urutan terakhir.
- 3) Pindahkan tugas-tugas tersebut hanya dari daftarnya dan urutkan. Jika masih ada tugas yang tersisa ulangi kembali langkah 1, sebaliknya bila tidak ada lagi tugas yang tersisa, berarti pengurutan sudah selesai.

2.3 Metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH)

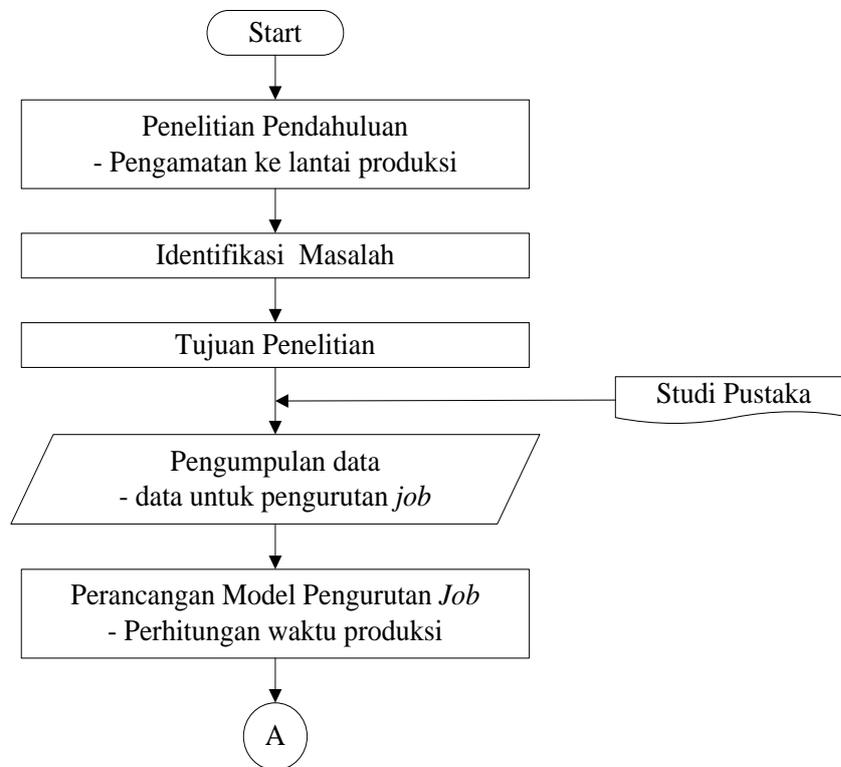
Langkah-langkah dalam pembuatan penjadwalan n *job* terhadap m mesin menggunakan metode *Nawaz, Enscore dan Ham* (NEH) adalah sebagai berikut:

- 1) Langkah 1
 - a) Jumlahkan waktu proses setiap *job*.
 - b) Urutkan *job* menurut jumlah waktu prosesnya dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil.
 - c) Hasil urutan ini disebut Daftar Pengurutan *Job*.
- 2) Langkah 2
 - a) Set $k = 2$
 - b) Ambil *job* yang menempati urutan pertama dan kedua pada Daftar Pengurutan *Job*.
 - c) Buat dua alternatif calon urutan parsial baru.
 - d) Hitung setiap *Makespan Partial* dan *Mean Flow Time Partial* dari calon urutan parsial baru.
 - e) Pilih calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial yang terkecil. Jika ada calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial baru tersebut yang memiliki *Mean Flow Time Parsial* yang lebih kecil. Jika sama juga pilihlah calon urutan parsial baru secara acak.
 - f) Calon urutan parsial baru yang terpilih menjadi urutan parsial baru.
 - g) Coret *job* yang diambil tadi dari Daftar Pengurutan *Job*.

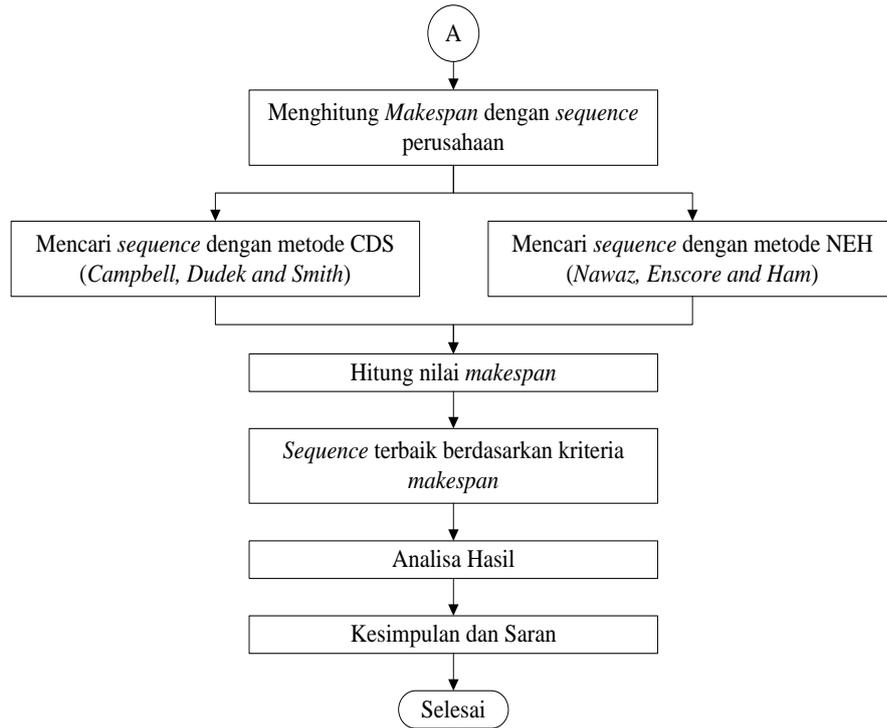
- h) Periksa apakah $k = n$ (di mana n adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, lanjutkan ke langkah 3.
- 3) Langkah 3
 - a) Set $k = k + 1$
 - b) Ambil *job* pada urutan pertama dari Daftar Pengurutan *Job*.
 - c) Hasilkan sebanyak k calon urutan parsial yang baru dengan memasukkan *job* yang diambil ke dalam setiap *slot* urutan parsial sebelumnya.
 - d) Hitung setiap *Makespan Partial* dan *Mean Flow Time Partial* dari calon urutan parsial baru.
 - e) Pilih calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial yang terkecil. Jika ada calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial baru tersebut yang memiliki *Mean Flow Time Parsial* yang lebih kecil. Jika sama juga pilihlah calon urutan parsial baru secara acak.
 - f) Calon urutan parsial baru yang terpilih menjadi urutan parsial baru.
 - g) Coret *job* yang diambil tadi dari Daftar Pengurutan *Job*.
 - h) Periksa apakah $k = n$ (di mana n adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, ulangi kembali langkah 3.
- 4) Langkah 4
Urutan parsial baru menjadi urutan selesai dan *stop*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metodologi penelitian seperti yang tertera pada diagram alir pada Gambar 1 penelitian dilakukan di PT XYZ pada bulan Agustus 2010.



Gambar 1a. Diagram alir penelitian



Gambar 2b. Diagram alir penelitian

4. PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Berikut ini adalah tabel waktu proses produksi masing-masing *job* pada setiap mesin.

Tabel 1. Tabel perhitungan waktu proses (menit)

Waktu Setup = 7 menit							
JOB	PRODUKSI	CYCLE TIME/PCS	REQ. TIME	JOB	PRODUKSI	CYCLE TIME/PCS	REQ. TIME
JOB 1	360	0,24	93	JOB 23	540	0,25	142
JOB 2	720	0,24	180	JOB 24	540	0,21	120
JOB 3	1080	0,17	191	JOB 25	360	0,19	75
JOB 4	540	0,20	115	JOB 26	480	0,25	127
JOB 5	630	0,21	139	JOB 27	480	0,24	122
JOB 6	360	0,19	75	JOB 28	480	0,30	151
JOB 7	720	0,19	144	JOB 29	480	0,29	146
JOB 8	540	0,19	110	JOB 30	480	0,32	161
JOB 9	540	0,19	110	JOB 31	360	0,19	75
JOB 10	540	0,26	147	JOB 32	480	0,18	93
JOB 11	540	0,26	147	JOB 33	360	0,39	147
JOB 12	338	0,20	75	JOB 34	360	0,20	79
JOB 13	1080	0,20	223	JOB 35	240	0,20	55
JOB 14	900	0,20	187	JOB 36	360	0,20	79
JOB 15	180	0,23	48	JOB 37	480	0,20	103
JOB 16	315	0,21	73	JOB 38	240	0,28	74
JOB 17	585	0,20	124	JOB 39	480	0,17	89
JOB 18	900	0,18	169	JOB 40	480	0,29	146
JOB 19	150	0,24	43	JOB 41	540	0,19	110
JOB 20	180	0,24	50	JOB 42	540	0,19	110
JOB 21	210	0,24	57	JOB 43	540	0,20	115
JOB 22	300	0,24	79	JOB 44	540	0,22	126

4.1 Penjadwalan Perusahaan

Berdasarkan pengurutan *job* sesuai dengan perusahaan, didapatkan *sequence* yang diterapkan oleh perusahaan dengan urutan sebagai berikut:

J1-J2-J3-J4-J5-J6-J7-J8-J9-J10-J11-J12-J13-J14-J15-J16-J17-J18-J19-J20-J21-J22 -J23-J24-J25-J26-J27-J28-J29-J30-J31-J32-J33-J34-J35-J36-J37-J38-J39-J40-J41-J42-J43-J44

Makespan dan *mean flow time* penjadwalan perusahaan untuk produksi *stamping part* Isuzu di *line B* pada bulan agustus 2010 yaitu:

$$\text{Makespan} = 5110 \text{ menit}$$

$$\text{Mean flow time} = (4635 + 4858 + 4984 + 5110)/4$$

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

Dari waktu proses setiap mesin yang telah diperoleh, maka dicari nilai *K* dengan menghitung $t^{*(i,1)}$ dan $t^{*(i,2)}$, hingga nilai *K* ($m-1$) diperoleh seluruhnya untuk mengetahui pengurutan kerja masing-masing. Dengan jumlah mesin yang terdiri dari 4 mesin, maka jumlah iterasi/nilai *K* adalah $K = 4 - 1 = 3$.

Tabel 2. Tabel perhitungan nilai *K*

JOB	K1		K2		K3		JOB	K1		K2		K3	
	$t^{*i,1}$	$t^{*i,2}$	$t^{*i,1}$	$t^{*i,2}$	$t^{*i,1}$	$t^{*i,2}$		$t^{*i,1}$	$t^{*i,2}$	$t^{*i,1}$	$t^{*i,2}$	$t^{*i,1}$	$t^{*i,2}$
1	93	93	186	186	279	279	23	142	142	284	284	426	426
2	180	180	360	360	540	540	24	120	120	240	240	360	360
3	191	0	382	191	573	382	25	75	0	150	75	225	150
4	115	0	230	115	345	230	26	127	127	254	254	381	381
5	139	139	278	278	417	417	27	122	122	244	244	366	366
6	75	75	150	150	225	225	28	151	0	302	0	302	151
7	144	144	288	288	432	432	29	146	146	292	292	438	438
8	110	0	220	110	330	220	30	161	161	322	322	483	483
9	110	0	220	110	330	220	31	0	75	0	75	0	75
10	147	0	294	0	294	147	32	93	0	186	0	186	93
11	147	0	294	0	294	147	33	147	0	294	0	294	147
12	75	75	150	150	225	225	34	79	0	158	79	237	158
13	223	223	446	446	669	669	35	55	0	110	55	165	110
14	187	187	374	374	561	561	36	0	79	0	79	0	79
15	48	0	96	48	144	96	37	103	0	206	0	206	103
16	73	0	146	73	219	146	38	74	0	148	74	222	148
17	124	0	248	124	372	248	39	0	89	0	89	0	89
18	169	0	338	0	338	169	40	0	146	0	146	0	146
19	43	0	86	43	129	86	41	110	0	220	110	330	220
20	50	50	100	100	150	150	42	110	0	220	110	330	220
21	57	0	114	57	171	114	43	115	0	230	115	345	230
22	79	79	158	158	237	237	44	126	126	252	252	378	378

Makespan dan *mean flow time* penjadwalan dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (K=1) untuk produksi *stamping part* Isuzu di *line B* pada bulan agustus 2010, yaitu:

$$\text{Makespan} = 5049 \text{ menit}$$

$$\text{Mean flow time} = (4635 + 4858 + 5049 + 2858) / 4 = 4350 \text{ menit}$$

Makespan dan *mean flow time* penjadwalan dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (K=2) untuk produksi *stamping part* Isuzu di *line B* pada bulan agustus 2010, yaitu:

$$\text{Makespan} = 4858 \text{ menit}$$

$$\text{Mean flow time} = (4635 + 4858 + 4124 + 3670) / 4 = 4321,75 \text{ menit}$$

Makespan dan *mean flow time* penjadwalan dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (K=3) untuk produksi *stamping part* Isuzu di *line B* pada bulan agustus 2010, yaitu:

$$\text{Makespan} = 4901 \text{ menit}$$

$$\text{Mean flow time} = (4635 + 4858 + 4901 + 2858) / 4 = 4313 \text{ menit}$$

4.3 Penjadwalan Dengan Metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH)

Setelah proses iterasi Algoritma *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) selesai, maka diperoleh *sequence* terbaik yaitu sebagai berikut:

Job 40 - Job 39 - Job 36 - Job 31 - Job 13 - Job 14 - Job 2 - Job 30 - Job 29 - Job 7 - Job 23 - Job 5 - Job 26 - Job 44 - Job 27 - Job 24 - Job 1 - Job 22 - Job 6 - Job 12 - Job 20 - Job 3 - Job 17 - Job 4 - Job 43 - Job 8 - Job 9 - Job 41 - Job 42 - Job 34 - Job 25 - Job 38 - Job 16 - Job 21 - Job 35 - Job 15 - Job 19 - Job 18 - Job 28 - Job 10 - Job 11 - Job 33 - Job 37 - Job 32

Didapatkan *makespan* dan *mean flow time* penjadwalan Algoritma *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) untuk produksi *stamping part* Isuzu di *line B* pada bulan agustus 2010, yaitu:

$$\text{Makespan} = 4858 \text{ menit}$$

$$\text{Mean Flow Time} = (4635+4858+4124+3247)/4 = 4216 \text{ menit}$$

4.4 Analisis

Analisis dari hasil penjadwalan di atas untuk mendapatkan metode yang terbaik akan dipilih berdasarkan pada kriteria waktu penyelesaian proses/*makespan* yang terkecil. Bila terdapat *makespan* yang sama, maka kriteria yang menjadi pertimbangan selanjutnya dalam pemilihan metode yang terbaik adalah *mean flow time* yang terkecil.

Dari Tabel 3, hasil perbandingan *makespan* antara penjadwalan usulan dan penjadwalan perusahaan terlihat jelas bahwa penjadwalan usulan terbaik (NEH) memiliki *makespan* yang lebih kecil. Dengan Metode NEH dapat menghemat waktu produksi selama 252 menit (5110 menit - 4858 menit) atau 4,2 jam. Dibandingkan dengan *makespan* penjadwalan perusahaan, metode NEH dapat menghemat *makespan* yang lebih baik sebesar 4,93% dari penjadwalan perusahaan.

Tabel 3. Tabel hasil penjadwalan

Penjadwalan	Urutan	Makespan (menit)	Mean Flow Time (menit)
CDS (K=1)	J40-J39-J36-J31-J20-J6-J12-J22-J1-J24-J27-J44-J26-J5-J23-J7-J29-J30-J2-J14-J13-J19-J15-J35-J21-J16-J38-J25-J34-J32-J37-J42-J41-J9-J8-J43-J4-J17-J33-J11-J10-J28-J18-J3	5049	4350
CDS (K=2)	J40-J39-J36-J31-J6-J12-J22-J1-J24-J27-J44-J26-J5-J23-J7-J29-J30-J2-J14-J13-J3-J17-J43-J4-J42-J41-J9-J8-J20-J34-J25-J38-J16-J21-J35-J15-J19-J32-J37-J33-J11-J10-J28-J18	4858	4321,75
CDS (K=3)	J40-J39-J36-J31-J20-J6-J12-J22-J1-J24-J27-J44-J26-J5-J23-J7-J29-J30-J2-J14-J13-J3-J17-J43-J4-J42-J41-J9-J8-J18-J34-J28-J25-J38-J33-J11-J10-J16-J21-J35-J37-J15-J32-J19	4901	4313
NEH	J40-J39-J36-J31-J13-J14-J2-J30-J29-J7-J23-J5-J26-J44-J27-J24-J1-J22-J6-J12-J20-J3-J17-J4-J43-J8-J9-J41-J42-J34-J25-J38-J16-J21-J35-J15-J19-J18-J28-J10-J11-J33-J37-J32	4858	4216
Perusahaan	J1-J2-J3-J4-J5-J6-J7-J8-J9-J10-J11-J12-J13-J14-J15-J16-J17-J18-J19-J20-J21-J22-J23-J24-J25-J26-J27-J28-J29-J30-J31-J32-J33-J34-J35-J36-J37-J38-J39-J40-J41-J42-J43-J44	5110	4896,75

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dari hasil analisis berdasarkan waktu penyelesaian akhir (*makespan*) didapatkan hasil penjadwalan dengan menggunakan metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) memiliki *makespan* yang lebih cepat dibandingkan dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS), sehingga metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) dapat dijadikan sebagai metode usulan penjadwalan produksi di PT XYZ.
- 2) Dari hasil analisis perbandingan penjadwalan perusahaan dengan penjadwalan usulan yang terbaik (NEH), maka diperoleh penjadwalan usulan terbaik (NEH) dapat menghemat waktu produksi selama 252 menit/4,2 jam yang didapatkan dari 5110 menit - 4858 menit (penghematan sebesar 4,93% dari penjadwalan perusahaan).
- 3) Urutan pengerjaan *job* berdasarkan penjadwalan dengan metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) adalah sebagai berikut: *Job* 40 - *Job* 39 - *Job* 36 - *Job* 31 - *Job* 13 - *Job* 14 - *Job* 2 - *Job* 30 - *Job* 29 - *Job* 7 - *Job* 23 - *Job* 5 - *Job* 26 - *Job* 44 - *Job* 27 - *Job* 24 - *Job* 1 - *Job* 22 - *Job* 6 - *Job* 12 - *Job* 20 - *Job* 3 - *Job* 17 - *Job* 4 - *Job* 43 - *Job* 8 - *Job* 9 - *Job* 41 - *Job* 42 - *Job* 34 - *Job* 25 - *Job* 38 - *Job* 16 - *Job* 21 - *Job* 35 - *Job* 15 - *Job* 19 - *Job* 18 - *Job* 28 - *Job* 10 - *Job* 11 - *Job* 33 - *Job* 37 - *Job* 32.

REFERENSI

- [1]. Bedworth, David, James E Bailey, “*Integrated Production, Control System, Management, Analysis and Design*”, 2nd Ed, John Wiler and Sons, New York, 1987.
- [2]. Baker, K. R., “*Introduction to Sequencing and Scheduling*”. John Wiler & Sons, New York, 1974.

- [3]. E. Taillard, "*Some efficient heuristic methods for the flowshop sequencing problem*", European Journal of Operational Research, 1990.
- [4]. Ginting, Rosnani, "*Penjadwalan Mesin*", Edisi I, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009.