

Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Dan Metode *Nawaz Ensore Ham* (NEH) di PT. RPC Indonesia

Mohammad Adjie Irfansah¹✉, Fitri Hardiyanti¹, dan Rizal Indrawan¹

¹ Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS
Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Email: mohdadjee@gmail.com

Abstract

Industrial competition in the era of globalization causes every company engaged in manufacturing to continue to develop quality to meet customer satisfaction. PT RPC Indonesia is one of the manufacturing companies engaged in the production of fiberglass, especially in piping components. PT. RPC Indonesia implements a make to order and flowshop production system which has a function to increase production capability and production services by focusing on machine utility and accuracy of production completion to match the set time through scheduling methods. Campbell Dudek Smith (CDS) and Nawaz Ensore Han (NEH) methods are the proposed methods in this research. These two methods will be compared with the company's existing method to determine the best and optimal scheduling method by finding the minimum makespan value. The results of this study show that both methods can be used by companies as alternative scheduling models in minimizing total production time. Scheduling with the CDS method produces a makespan of 3834.15 hours and is 1069.34 hours faster than the existing method. Likewise, the NEH method produces a makespan of 3820.63 hours and is 1082.86 hours faster than the existing method. Based on these criteria, the most recommended method for the company is the Nawaz Ensore Ham (NEH) method.

Keywords: *Campbell Dudek Smith, Nawaz Ensore Ham, Flowshop, Makespan, Scheduling*

1. Pendahuluan

Kegiatan Produksi merupakan faktor yang sangat penting dalam dunia industri, khususnya pada perusahaan manufaktur yang bertujuan untuk mengolah bahan baku (*raw material*) menjadi barang jadi agar memberikan *value* yang tinggi dan kepuasan konsumen. Namun terkadang konsumen merasa tidak puas. Salah satu penyebabnya karena kegiatan produksi yang kurang optimal. Adakalanya pesanan konsumen tidak dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan, sehingga perusahaan harus membayar penalti atas keterlambatan tersebut. Hal tersebut menyebabkan pejadwalan produksi menjadi hal yang vital dalam mengatasi keterbatasan yang dimiliki perusahaan sehingga dapat meminimumkan penyelesaian produksi secara keseluruhan.

PT. RPC Indonesia merupakan salah satu anak perusahaan RPC Group yang terletak di Jl. RE Martadinata Sekupang, Kota Batam. Perusahaan ini bergerak di bidang fabrikasi, khususnya pada bidang pembuatan *spool fiberglass*. Didalam dunia industri, masalah penjadwalan dalam kegiatan produksi adalah masalah yang sangat penting. Hal ini dapat mengganggu kelancaran dan keterlambatan dalam kegiatan produksi, sehingga dapat menyebabkan penambahan waktu maupun anggaran. Oleh karena itu, dibutuhkannya penjadwalan yang tepat guna mengurangi keterlambatan

kegiatan produksi.

Berdasarkan literatur yang ada, didapatkan beberapa metode yang dapat menghasilkan penjadwalan

flowshop yang optimal. Beberapa metode penjadwalan tersebut antara lain adalah metode Campbell Dudek and Smith dan Algoritma Nawaz Enscore Ham. Metode Nawaz Enscore Ham (NEH). Penjadwalan yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan harga makespan yang terkecil yang merupakan urutan pengerjaan tugas yang paling baik. Johnson's rule adalah suatu aturan meminimumkan makespan 2 mesin yang disusun paralel dan saat ini menjadi dasar teori penjadwalan. Nawaz, Enscore, & Ham (1983) dalam penelitiannya yang berjudul "A Heuristic Algorithm for the *m*-Machine, *n*-Job Flowshop Sequencing Problem" menerangkan bahwa metode Nawaz Enscore Ham (NEH) merupakan salah satu algoritma *heuristic* yang mengusulkan bahwa job dengan total waktu proses yang lebih besar seharusnya diberikan prioritas yang lebih besar dari pada job dengan total waktu proses yang lebih kecil.

Penelitian ini mencoba untuk menganalisa, mengaplikasikan dan membandingkan dua metode penjadwalan produksi yaitu metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan metode *Nawaz Enscore Ham* (NEH) untuk menentukan penjadwalan produksi yang terbaik dan optimal di PT. RPC Indonesia. Penjadwalan yang optimal diharapkan dapat membantu PT. RPC Indonesia dalam usaha meningkatkan kepuasan pelanggan.

2. Metode Penjadwalan

a. Optimasi

Optimasi merupakan proses pencarian satu atau lebih penyelesaian yang berhubungan dengan nilai-nilai dari satu atau lebih fungsi objektif dalam sebuah masalah sehingga diperoleh satu nilai optimal. Optimasi bertujuan untuk meningkatkan kinerja mesin produksi sehingga perusahaan dapat memiliki kualitas yang baik dan hasil kerja yang tinggi. Tujuan tersebut digunakan untuk beberapa perusahaan seperti perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dalam proses produksi.

Menurut Widodo (2014) optimasi diperlukan perusahaan dalam rangka mengoptimalkan sumber daya yang digunakan agar dapat menghasilkan produk dalam kualitas dan kuantitas yang diharapkan sehingga tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan dapat terpenuhi. Optimasi merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk memberikan hasil terbaik yang diinginkan.

b. Penjadwalan

Penjadwalan merupakan proses perencanaan pengalokasian sumber daya dalam mengerjakan aktivitas pekerjaan pada suatu waktu tertentu, yang kemudian akan dilakukan pengurutan kerja pada setiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas dalam pengerjaannya.

Menurut Pinedo (2016) penjadwalan merupakan sebuah fungsi pengambilan keputusan yang biasa digunakan banyak perusahaan manufaktur atau jasa yang berhubungan dengan alokasi sumber daya untuk mengerjakan tugas selama waktu tertentu dan tujuannya adalah untuk mengoptimalkan satu atau lebih tujuan pengoptimalan.

c. Metode *Campbell Dudek Smith*

Metode ini pertama kali dikemukakan pada tahun 1965 oleh H.G Campbell, R.A. Dudek, dan M.L Smith yang didasarkan atas algoritma *Johnson*. Berikut langkah-langkah aturan *Johnson*, yaitu:

- 1) Ambil urutan pertama ($k = 1$). Untuk seluruh tugas yang ada, carilah harga t^1 dan t^1 yang minimum, yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dan kedua pada iterasi

ke- k Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama (misal t^k) selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada urutan awal, bila waktu minimal didapat pada mesin kedua (misal t^k) tugas tersebut ditempatkan pada urutan terakhir.

- 2) Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama (misal t^k) selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada urutan awal, bila waktu minimal didapat pada mesin kedua (misal t^k) tugas tersebut ditempatkan pada urutan terakhir.
- 3) Pindahkan tugas-tugas tersebut hanya dari daftarnya dan urutkan. Total waktu $t_{1,1}$ yaitu waktu proses *job* 1 pada mesin 1. Total waktu $t_{1,2}$ yaitu $t_{1,1} + t_{1,2}$. Total waktu $t_{2,1}$ yaitu $t_{1,1} + t_{2,1}$ Total waktu $t_{2,2}$ yaitu $\max\{t_{1,2} + t_{2,1}\} + t_{2,2}$ dan seterusnya. Jika masih ada tugas yang tersisa
- 4) ulangi kembali langkah 1, sebaliknya bila tidak ada tugas yang tersisa, berarti pengurutan sudah selesai.

d. Metode *Nawaz Enscore Ham*

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

a. Langkah 1

- 1) Jumlahkan waktu proses setiap *job*.
- 2) Urutkan *job* menurut jumlah waktu proses dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil (*Longest Processing Time*).
- 3) Hasil urutan ini disebut Daftar Pengurutan *Job*.

b. Langkah 2

- 1) Set $k = 2$
- 2) Ambil *job* yang menempati urutan pertama dan kedua pada Daftar Pengurutan *Job*.
- 3) Buat dua alternatif calon urutan parsial baru.
- 4) Hitung setiap *Makespan Partial* dan *Mean Flow Time Partial* dari calon urutan parsial baru.
- 5) 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 Partial* yang lebih kecil. Jika masih sama, pilihlah calon urutan parsial baru secara acak.
- 6) Calon urutan parsial baru yang terpilih menjadi urutan parsial baru.
- 7) Coret *job* yang diambil tadi dari Daftar Pengurutan *Job*.
- 8) Periksa apakah $k = n$ (dimana n adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, lanjutkan ke langkah 3.

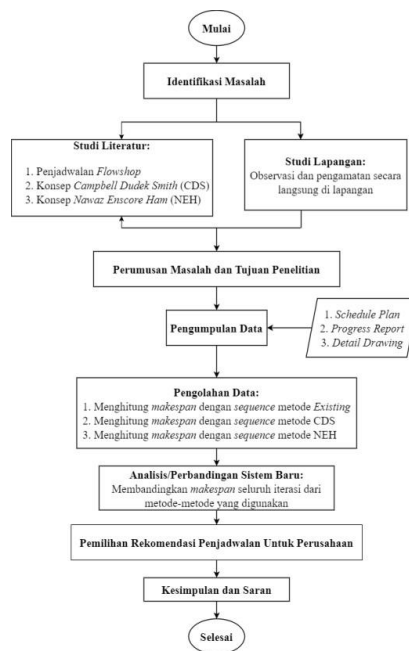
c. Langkah 3

- 1) Set $k = k + 1$
Ambil *job* pada urutan pertama dari Daftar Pengurutan *Job*.
- 2) Hasilkan sebanyak k calon urutan parsial yang baru dengan memasukkan *job* yang diambil ke dalam setiap *slot* urutan parsial sebelumnya.
- 3) Hitung setiap *Makespan Partial* dan *Mean Flow Time Partial* dari calon urutan parsial baru.
- 4) 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 Partial* yang lebih kecil. Jika masih sama, pilihlah calon urutan parsial baru secara acak.
- 5) Calon urutan parsial baru yang terpilih menjadi urutan parsial baru.
- 6) Coret *job* yang diambil tadi dari Daftar Pengurutan *Job*.
- 7) Periksa apakah $k = n$ (dimana n adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, ulangi kembali langkah 3.

d. Langkah 4

Urutan parsial baru menjadi urutan selesai dan *stop*.

3. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

Berikut adalah tabel data waktu operasi *job* pada setiap mesin produksi yang bekerja dalam satuan jam.

Tabel 1. Data Waktu Kerja Mesin PT. RPC Indonesia

Job	Waktu Proses Pada Mesin (Jam)								
	PI	F	E	R	DO	DR	S	P	
J476	462.42	428.29	0	84.56	0	401.37	683.48	0	
J487	375.12	322.48	186.43	43.77	0	273.22	471.49	0	
J491	157.79	164.97	93.21	18.48	0	128.34	306.83	0	
J493	96.43	145.49	64.93	39.33	0	95.87	242.11	0	
J494	163.33	189.78	53.21	0	0	138.90	386.58	0	
J495	249.67	297.50	213.90	0	0	148.33	543.67	328.45	
J496	278.52	327.88	220.30	0	0	158.28	427.47	322.85	
J601	194.33	203.45	175.56	25.33	16.67	112.56	211.12	142.37	

a. Penjadwalan Perusahaan

Tabel 2. Total Makespan Penjadwalan Perusahaan

Job	Total Waktu Proses Pada Mesin (jam)								
	PI	F	E	R	DO	DR	S	P	
J476	462.42	890.71	890.71	975.27	975.27	1376.64	2060.12	2060.12	
J487	837.54	1213.19	1399.62	1443.39	1443.39	1716.61	2531.61	2531.61	
J491	995.33	1378.16	1492.83	1511.31	1511.31	1844.95	2838.44	2838.44	
J493	1091.76	1523.65	1588.58	1627.91	1627.91	1940.82	3080.55	3080.55	
J494	1255.09	1713.43	1766.64	1766.64	1766.64	2079.72	3467.13	3467.13	
J495	1504.76	2010.93	2224.83	2224.83	2224.83	2373.16	4010.80	4339.25	
J496	1783.28	2338.81	2559.11	2559.11	2559.11	2717.39	4438.27	4761.12	
J601	1977.61	2542.26	2734.67	2760.00	2776.67	2889.23	4649.39	4903.49	

Berasarkan pengurutan *job* sesuai dengan metode perusahaan, dimana *job* yang datang pertama akan menjadi urutan pertama dalam *sequencing*, maka didapatkan urutan kerja J476 – J487 – J491 – J493 – J494 – J495 – J496

– J601. Nilai *makespan* penjadwalan perusahaan untuk produksi *spool fiberglass* di PT. RPC Indonesia yaitu sebesar 4903.49 jam.

b. Penjadwalan Metode *Campbell Dudek Smith*

Nilai *makespan* untuk masing-masing iterasi disajikan seperti pada Tabel 3. Dari ketujuh iterasi pada Tabel 3 maka diperoleh nilai minimum *makespan* sebesar 3834.15 jam pada iterasi keempat dengan urutan *job* yaitu J494 – J491 – J495 – J496

– J476 – J487 – J601 – J493.

Tabel 3. Nilai *Makespan* Setiap Iterasi Dengan Metode CDS

Iterasi (<i>k</i>)	Nilai <i>Makespan</i> (jam)
1	4348.81
2	3837.51
3	3857.17
4	3834.15
5	3857.17
6	3837.51
7	4257.73

a. Penjadwalan Metode *Nawaz Ensore Ham*

Penjadwalan metode *Nawaz EnsoreHam* merupakan penjadwalan parsial terakhir dengan nilai *makespan* dan *mean flow time* paling minimum. Dalam metode *Nawaz Ensore Ham* dilakukan sebanyak 35 pengulangan dengan urutan *job* yaitu J493 – J491 – J494 – J601 – J495 – J476 – J496 – J487 dan didapatkan nilai *makespan* minimum sebesar 3820.63 jam dengan *mean flow time partial* sebesar 2847.78 jam.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis data maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- Hasil penjadwalan mesin produksi dengan metode *existing* perusahaan menghasilkan urutan *job* J476 – J487 – J491 – J493 – J494 – J495 – J496 – J601. Pengurutan pengerjaan metode *existing* perusahaan menghasilkan *makespan* sebesar 4903.49 jam.
- Hasil penjadwalan mesin produksi dengan *job* metode CDS pada PT. RPC Indonesia menghasilkan urutan *job* J494 – J491 – J495 – J496 – J476 – J487 – J601 – J493 dan menghasilkan *makespan* sebesar 3834.15 jam.
- Hasil penjadwalan mesin produksi dengan metode NEH pada PT. RPC Indonesia menghasilkan urutan *job* J493 – J491 – J494 – J601 – J495 – J476 – J496 – J487 dan menghasilkan *makespan* sebesar 3820.63 jam.

d. Dari hasil analisis di atas perbandingan model penjadwalan perusahaan dengan model penjadwalan metode yang diusulkan menunjukkan bahwa kedua metode, yaitu *Campbell Dudek Smith* dan *Nawaz Ensore Ham* dapat digunakan oleh perusahaan sebagai alternatif model dalam meminimumkan total waktu proses produksi (*makespan*). Penjadwalan dengan metode CDS menghasilkan *makespan* sebesar 3834.15 jam dan lebih cepat 12.23% dari metode *existing*. Demikian juga dengan metode NEH menghasilkan *makespan* sebesar 3820.63 dan lebih cepat 12.41% dari metode *existing*. Berdasarkan kriteria ini, metode yang paling disarankan untuk perusahaan adalah metode *Nawaz Ensore Ham* (NEH).

Tabel 4. Perbandingan Hasil *Makespan* Metode

NO	Metode	Urutan	<i>Makespan</i> (jam)
1	<i>Existing</i> Perusahaan	J476 – J487 – J491 – J493 – J494 – J495 – J496 – J601	4903.49
2	<i>Campbell Dudek Smith</i>	J494 – J491 – J495 – J496 – J476 – J487 – J601 – J493	3834.15
3	<i>Nawaz Ensore Ham</i>	J493 – J491 – J494 – J601 – J495 – J476 – J496 – J487	3820.63

6. Daftar Pustaka

Jurnal Artikel:

Ervil, R., & Nurmayuni, D. (2018). *Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith(CDS) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan)*. **Jurnal Sains dan Teknologi**. Vol.18 No.2, 1-5.

Febianti, E., & Saeful, A. I. (2017). *Penjadwalan Produksi Flowshop Dengan Metode CampbellDudek Smith, Nawaz Enscore Ham dan HeuristicPour*. **Proceeding Seminar Nasional TeknologiIV**, 26-28.

Solikhah, F. I., Nia, R., & Maharani, A. (2017). *Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Flowshop Dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan Nawaz Enscore Ham (NEH) Pada Departemen Produksi Massal*. **Kumpulan Jurnal dan Prosiding Elektronik PPNS**, 414- 419.

Utama, D. M., & Susastro, F. (2014). *Penjadwalan Flowshop Menggunakan Algoritma Nawaz Enscore Ham*. **Jurnal Ilmiah Teknik Industri**. Vol. 13 No. 1, 54-59.

Yosan, B., & Erwandi, H. (2020). *Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode FCFS, EDD, SPT dan LPT Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja*. **Jurnal Ilmiah PASTI**. Volume IV Edisi 1, 97-100.

Widodo, C. E. (2014). *Optimasi Penjadwalan MesinProduksi dengan Menggunakan MetodeCampbell Dudek Smith (CDS) Pada Perusahaan Manufaktur*. Universitas Negeri Yogyakarta. Retrieved from <http://eprints.uny.ac.id/12779/1/>.

Book Chapter with Editor(s):

Baker, K. (1984). **Introduction To Sequencing andScheduling**. New York: John Wiley & Sound.

Baker, K., & Trietsch, D. (2009). **Principles Of Sequencing And Scheduling**. New Jersey: John Wiley & Sons.

Biegel, J. (1978). **Production Control : A Quantitive Approach**. New Delhi: Prentice Hall Of India Private Limited.

Heizer, J., & Render, B. (2016). **Manajemen Operasi Edisi Sebelas**. Jakarta: Salemba Empat.

Kusuma, H. (2002). **Perencanaan dan Pengendalian Produksi**. Jakarta: PT. Guna Widya.

Pinedo, M. L. (2016). **Scheduling Theory, Algorithms and Systems Fifth Edition**. New York: Springer.

Yamit, Z. (2013). **Manajemen Kualitas Produk dan Jasa**, Cetakan Keenam. Yogyakarta: Ekonis