

OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL DUDEK SMITH DAN PALMER

Nil Edwin Maitimu

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

Marcy Lolita Pattiapon *

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

*E-mail korespondensi: lolitamarcy1974@gmail.com

ABSTRAK

PT. X adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi ikan tuna dan merupakan salah satu unit perusahaan pengelolaan perikanan yang memproduksi produk perikanan hasil tangkap (Tuna Loin). Penjadwalan produksi dalam industri manufaktur memiliki peranan penting sebagai bentuk pengambilan keputusan. Tujuan penelitian adalah membandingkan total waktu penyelesaian antara metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan metode Palmer di PT. X. Upaya untuk meminimasi total waktu penyelesaian pada metode CDS menggunakan Johnson Rule. Meminimasi total waktu penyelesaian pada metode Palmer menggunakan slope indeks. Berdasarkan data diketahui bahwa PT. X menggunakan metode FCFS (first come first serve) yaitu order yang terlebih dahulu masuk akan diproses dahulu dan seterusnya. Namun dengan menggunakan metode FCFS maka perusahaan memiliki makespan sebesar 95,74 menit. Dengan demikian perusahaan harus bisa meminimalkan total waktu produksi sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Hasil penelitian dengan menggunakan metode CDS dan Palmer adalah bahwa metode CDS memiliki makespan terkecil yakni sebesar 18,68 menit Selanjutnya metode Palmer dengan nilai makespan sebesar 38,93 menit.

Kata Kunci: Ikan Tuna Loin, Penjadwalan, CDS, Palmer, Makespan

ABSTRACT

*PT. X is a company engaged in the production of tuna fish and is one of the fisheries management company units that produce fishing products (tuna loin). Production scheduling in the manufacturing industry has an important role as a form of decision making. The aim of the research is to compare the total completion time between the Campbell Dudek Smith (CDS) method and the Palmer method at PT. X. Efforts to minimize the total settlement time using the CDS method using the Johnson Rule. Minimizing the total completion time in the Palmer method using the slope index. Based on the data it is known that PT. * Using the FCFS (first come first serve) method, that is, orders that come in first will be processed first and so on. However, by using the FCFS method, the research has a time span of 95.74 minutes. Thus, companies must be able to minimize total production time so that they can increase company productivity. The results of research using the CDS and Palmer methods are that the CDS method has the smallest makespan value, namely 18.68 minutes. Next, the Palmer method has a makespan value of 38.93 minutes.*

Keywords: Tuna Loin, Scheduling, CDS, Palmer, Makespan

1. PENDAHULUAN

KKP (2015) menjelaskan bahwa Salah satu jenis sumberdaya ikan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah dari kelompok ikan pelagis besar diantaranya adalah Tuna, Tongkol dan Cakalang. Indonesia memegang peranan penting dalam perikanan Tuna, Tongkol dan Cakalang di dunia. Pada tahun 2011 produksi ikan tuna, Tongkol dan Cakalang dunia sebesar 6,8 juta ton dan meningkat menjadi 7 juta ton di tahun 2012 dengan rata-rata produksi tuna, Tongkol, dan Cakalang periode 2005-2012 sebesar 1.033.221 ton. Tuna merupakan sumberdaya ikan yang mempunyai nilai ekonomis penting. Perikanan tuna di Indonesia berkembang seiring dengan meningkatnya jumlah unit penangkapan tuna secara keseluruhan dari tahun 1991-2001 meingkat 10,25%, dengan rata-rata peningkatan produksi tuna 8,4% (Ditjen Perikanan Tangkap. 2001).

PT. X Ambon adalah Lembaga Industri Nasional Berbasis Produk Perikanan. PT. X Ambon juga merupakan salah satu unit perusahaan pengelolaan perikanan dan kelautan dibawah Direktorat Jenderal penguatan daya saing produk kelautan dan perikanan (PDSPKP) Kementerian Kelautan Dan Perikanan (KKP). PT. X memiliki jenis pengoperasian mesin yang berjumlah 6 mesin dengan pembagiannya meliputi *Weighing*, *Temporari Strorage*, *Fileting*, *CO Injection*, *Packaging*, dan *Strorage*. Terdapat total 15 kali pengerjaan sebanyak 1 minggu. Di dalam perusahaan terdapat 6 orang pekerja yang mengerjakan masing-masing job, ada pun target produksi yang di tetapkan oleh perusahaan yaitu 10 *cool box* per hari. namun target produksi yang di tetapkan dari perusahaan tersebut tidak tercapai dengan baik karena terjadinya penumpukan yang berulang pada setiap job sehingga penjadwalan pada perusahaan tersebut tidak berjalan dengan efektif dan efisien. Sistem produksi yang sering digunakan dalam penjadwalan yaitu pola alir searah (*flow shop*).

Menurut Buffa (2006) Penjadwalan *flow shop* adalah penjadwalan *job* dengan urutan mesin yang sama tanpa adanya perulangan. Operasi suatu *job* hanya bergerak satu arah, yaitu dari proses awal pada mesin pertama sampai proses akhir pada mesin terakhir. Menurut Vollmann, *et al* (2005) penjadwalan produksi dapat didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya (*resource*) untuk setiap proses yang akan dilakukan. Penjawalan juga dapat diartikan sebagai proses pengalokasian sumber- sumber guna melaksanakan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Berbagai teknik dapat diterapkan untuk penjadwalan, teknik yang digunakan tergantung dari volume produksi, variasi produk, keadaan operasi, dan kompleksitas dari pekerjaan sendiri dan pengendalian yang diperlukan selama proses (Kuswandi, 2010). Penjadwalan perlu dirancang sesuai dengan karakteristik jalur produksi. Pekerjaan dasar penjadwalan adalah untuk memproses tugas sesuai dengan proses pengolahan untuk mengatur produksi dan pemrosesan (Mashuri, *et al*, 2019)

Menurut Bouzidi & Riffi, (2014) Optimasi penjadwalan produksi merupakan faktor penting dalam proses produksi, salah satu yang mempengaruhi didalam penjadwalan produksi adalah waktu produk masing-masing mesin dan permintaan produksi yang tidak teratur. Optimasi merupakan kinerja terbaik dalam proses industri yang dikenal sebagi operasi optimal, dalam manufaktur dpat dikatakan sebagai optimasi proses produkski. Optimasi merupakan kinerja terbaik dalam proses industri yang dikenal sebagi operasi optimal, dalam manufaktur dpat dikatakan sebagai optimasi proses produkski. Optimasi mampu memberikan dampak positif pada produsen dankonsumen. Produsen mempunyai waktu yang optimal untuk memproduksi barang sehingga proses produksi barang lebih efektif. Konsumen akan diuntungkan dengan mengetahui waktu proses barang sudah selesai tanpa keterlambatan (Moreno, 2006).

Campbell Dudek Smith (CDS) didasarkan atas algoritma Johnson. CDS mampu memecahkan persoalan n job pada m mesin *flow shop* ke dalam $m-1$ set 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 urutan job, kemudian dipilih urutan dengan makespan terkecil. Setiap pekerjaan atau job yang akan diselesaikan harus melewati proses pada masingmasing mesin. Pada penjadwalan ini diusahakan

untuk mendapatkan harga makespan yang terkecil dari $(m-1)$ kemungkinan penjadwalan. Penjadwalan dengan harga makespan terkecil merupakan urutan pengerjaan job yang paling baik (Mashuri *et al*, 2021). 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 diletakan di urutan depan. Sedangkan bila waktu proses terkecil terletak di mesin kedua, job tersebut diletakan di urutan belakang (Masrurroh, 2006).

Heuristik palmer ini ditemukan pada tahun (1965). Metode ini menempatkan urutan job-job berdasarkan suatu nilai yang dinamakan *slope index*. Urutan pekerjaan dilakukan dari nilai yang terbesar hingga terkecil (Hasbullah, 2015). Dalam penyelesaian masalah, setiap job akan diberikan sebuah indeks prioritas, hal ini akan memberikan nilai yang lebih besar kepada job-job sehingga memiliki waktu proses yang cenderung meningkat dari mesin satu ke mesin lainnya (Kurniawati, 2011)

Menurut Baroto (2002) Urutan *job* yang dihasilkan metode CDS diperoleh dari perhitungan berdasarkan waktu proses minimal. Urutan job yang dihasilkan metode Palmer diperoleh dari perhitungan berdasarkan waktu proses maksimal. Ervil & Nurmayuni, (2018), menggunakan metode CDS diperoleh nilai makespan minimum dan penjadwalan yang optimal yang terdapat pada iterasi ketiga dengan nilai makespan sebesar 54 hari dan tidak ada pesanyang terlambat. Antari (2021), menggunakan metode CDS dan Dannenbring untuk menentukan penjadwalan produksi yang efisien. Viliandini & Yuliawati, (2022), Menggunakan metode CDS untuk menyelesaikan persoalan penjadwalan sehingga memperoleh total waktu minimum.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di PT. X, terletak di Pandan Kasturi kota Ambon yang berlangsung pada bulan Juli sampai September 2023.

a. Teknik Pengumpulan Data

Beberapa metode yang digunakan dalam pengumpulan data, adalah:

1. Studi pustaka dilakukan untuk memperluas tinjauan materi sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut. Studi ini meliputi pengumpulan buku, jurnal, artikel yang berhubungan dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini, yang mana metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma CDS dan Algoritma Palmer.
2. Wawancara secara langsung dilakukan dengan pekerja di perusahaan untuk menemukan masalah yang akan diteliti dan untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan apa yang akan diteliti.

Pada tahap ini peneliti mengamati secara langsung proses produksi ikan tuna loin dan mengumpulkan data-data di perusahaan.

b. Metode Analisis Data

Metode analisa data yang diterapkan yaitu secara kuantitatif. Pendekatan secara kuantitatif digunakan dalam perhitungan untuk menganalisis analisa hasil perhitungan untuk mengetahui total waktu proses dengan menggunakan algoritma CDS dan algoritma Palmer. Adapun proses pengolahannya, sebagai berikut:

- 1) Mengitung total waktu proses dengan algoritma CDS

Algoritma CDS atau yang dikenal juga dengan nama Campbell Et Al Algorithm adalah suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu penjadwalan dengan n job dan m mesin untuk meminimalkan makespan. Algoritma CDS merupakan hasil pengembangan dari algoritma Johnson. Berikut ini adalah pembahasan tentang algoritma Johnson.

Algoritma Johnson

Di dalam metode CDS, juga mencakup algoritma Johnson. Algoritma Johnson digunakan untuk mencari urutan pekerjaan, tetapi hanya melibatkan 2 mesin saja. Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menyelesaikan persoalan dengan menggunakan algoritma Johnson :

Permasalahan *Johnson* diformulasikan dengan *job* yang diproses pada 2 mesin dengan $t_{j,1}$ adalah waktu proses pada mesin 1 dan $t_{j,2}$ waktu proses pada mesin 2.

Algoritma Campbell Dudek Smith

Dengan menggunakan algoritma CDS, dapat dihasilkan satu set penjadwalan dari urutan job dan banyak mesin dengan pendekatan hasil penjumlahan sesuai dengan perhitungan untuk 2 mesin (m_1 , dan m_2).

Prosedur algoritma CDS adalah: set $K=1$. Hitunglah $t_{i,1}^k$ dan $t_{i,2}^k$ dengan persamaan-persamaan:

$$t_{j,1}^k = \left(\sum_{i=1}^k t_{i,j} \right) \quad (1)$$

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

Dimana :

j = Job

i = Mesin

m = Jumlah mesin yang bekerja (awal – akhir)

k = Iterasi

2) Mengitung total waktu proses dengan algoritma Palmer

Metode Palmer atau D. S Palmer merupakan teknik penjadwalan yang dikembangkan berdasarkan *slope index* yang diurutkan secara menurun. Metode Palmer mempunyai prinsip bahwa prioritas pada job yang terkuat cenderung memajukan dari waktu terpendek sampai dengan waktu terpanjang dalam pengurutan operasi.

$$S_i = - \sum_{j=1}^m (m - (2j - 1)) t_{ij} \quad (3)$$

dimana : $i = 1,2,3,\dots,n$ dan $j = 1,2,3,\dots,m$

Keterangan :

S_i : Nilai slop index

m : Jumlah mesin yang dipakai

j : Mesin yang digunakan untuk proses job i

I : Job yang di proses

t_{ij} : Waktu proses suatu job ke i dan mesin ke j

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan data hasil pengamatan waktu proses pada PT. X dengan penjadwalan 6 pekerjaan pada 6 mesin. Pengamatan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dan mengumpulkan data waktu proses dengan menggunakan *stopwatch*. Pengamatan dilakukan sebanyak 30 kali untuk memperoleh waktu rata-rata dalam setiap proses pengerjaan sehingga dapat dihasilkan waktu pada setiap job setiap proses. Berikut ini hasil dari data pengamatan sebagai berikut:

Tabel 1. Waktu Hasil Pengamatan

Job \ Mesin	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
1	0,58	3,09	2,36	1,86	1,19	6,87
2	0,56	3,08	2,41	1,88	1,21	6,88
3	0,53	3,03	2,38	1,85	1,19	6,88
4	0,53	3,03	2,40	1,89	1,20	6,89
5	0,55	3,06	2,39	1,87	1,22	6,90
6	0,56	3,05	2,38	1,88	1,20	6,89

Pada tabel 1 menunjukkan waktu operasi *job* pada setiap mesin. Waktu yang dibutuhkan *Job* 1 adalah 0,58 menit pada mesin 1, pada mesin 2 membutuhkan waktu 3,09 menit dan seterusnya.

a. Waktu Penyelesaian Metode Perusahaan

Data yang digunakan dalam penjadwalan oleh perusahaan PT. X adalah dimana order yang terlebih dahulu masuk akan diproses dahulu dan seterusnya. Dalam hal ini perusahaan menggunakan metode FCFS (*first come first serve*).

Berikut ini hasil perhitungan dengan menggunakan metode FCFS (*first come first sever*) yang dijelaskan pada table berikut ini:

Tabel 2. Total Waktu Penjadwalan Perusahaan

Job	Total Waktu (menit)	Waktu Kumulatif (menit)
1	15,95	15,95
2	16,02	31,97
3	15,88	47,85
4	15,94	63,79
5	15,99	79,78
6	15,96	95,74

Berdasarkan tabel 2 diatas maka dengan menggunakan metode FCFS (*first come first serve*), maka diperoleh *makespan* PT. X adalah sebesar 95,74 menit.

b. Waktu Penyelesaian Dengan Menggunakan Metode CDS (Campbell Dudek and Smith)

Berdasarkan tabel 1 maka diperoleh iterasi sebanyak : $k = m - 1$

$$k = m - 1$$

$$k = 6 - 1 = 5$$

Jadi iterasi yang diperoleh berdasarkan tabel 1 adalah sebanyak 5 kali iterasi. Berikut adalah penyelesaian iterasi sebanyak 5 kali tersebut.

Iterasi 1

Tabel 3. Total Waktu Iterasi Pertama CDS

Job \ Mesin	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
3	0,53	3,62	5,98	7,84	9,03	6,87
4	1,06	4,09	6,49	8,38	9,58	16,47
5	2,14	5,20	7,59	9,46	10,68	17,58
2	2,17	5,25	7,39	9,27	10,48	17,36
6	2,73	6,23	8,61	10,49	11,69	18,58
1	3,31	6,40	8,76	10,62	11,81	18,68

Iterasi 2**Tabel 4.** Total Waktu Iterasi Kedua CDS

Job \ Mesin	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
4	0,53	3,56	5,96	7,85	9,05	15,94
3	1,06	4,09	6,47	8,32	9,51	16,39
6	1,62	4,67	6,55	8,43	9,63	16,52
5	2,14	5,20	7,59	9,46	10,68	17,58
2	2,73	6,53	8,94	10,82	12,04	18,92
1	3,31	6,40	8,78	10,66	11,86	18,75

Iterasi 3**Tabel 5.** Total Waktu Iterasi Ketiga CDS

Job \ Mesin	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
3	0,53	3,56	5,94	7,79	8,89	15,89
6	1,09	4,14	6,52	8,40	9,60	16,49
4	1,62	4,65	7,05	8,94	10,14	17,03
2	2,18	5,26	7,67	9,55	10,77	17,65
1	2,76	5,85	8,21	10,07	10,19	16,94
5	3,31	6,37	8,76	10,63	11,85	18,75

Iterasi 4**Tabel 6.** Total Waktu Iterasi Keempat CDS

Job \ Mesin	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
3	0,53	3,56	5,94	7,79	8,89	15,89
4	1,06	4,09	6,49	8,38	9,58	16,47
5	1,61	4,67	7,06	8,93	10,15	17,05
6	2,17	5,22	7,60	9,48	10,68	17,57
1	2,75	5,84	8,20	10,06	11,25	18,12
2	3,31	6,39	8,80	10,68	11,87	18,74

Iterasi 5**Tabel 7.** Total Waktu Iterasi Kelima CDS

Job \ Mesin	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
3	0,53	3,56	5,94	7,79	8,89	15,89
4	1,06	4,09	6,49	8,38	9,58	16,47
6	1,62	4,67	7,05	8,93	10,13	17,02
1	2,20	5,29	7,65	9,51	10,70	17,57
5	2,75	5,81	8,20	10,07	11,27	18,17
2	3,31	6,39	8,80	10,68	11,89	18,77

Berdasarkan urutan iterasi $k = 1$ sampai $k = 5$ maka diperoleh tabel urutan *makespan* sebagaimana Tabel 8.

Tabel 8. Urutan Job Berdasarkan Metode CDS

Iterasi (k)	Urutan <i>Job</i>	<i>Makespan</i>
1	3 – 4 – 5 – 2 – 6 – 1	18,68
2	4 – 3 – 6 – 5 – 2 – 1	18,75
3	3 – 4 – 5 – 6 – 1 – 2	18,75
4	3 – 4 – 5 – 6 – 1 – 2	18,74
5	3 – 4 – 6 – 1 – 5 – 2	18,77

Nilai *makespan* untuk masing-masing iterasi tersebut disajikan seperti pada tabel 4.13. Dari ke enam iterasi pada tabel 4.13 maka diperoleh nilai minimum *makespan* sebesar 18,68 menit berada pada iterasi ke satu dengan urutan kerja job yaitu 3 – 4 – 5 – 2 – 6 – 1.

c. Waktu Penyelesaian Dengan Menggunakan Metode Palmer

Perhitungan metode Palmer dilakukan berdasarkan urutan job berdasarkan *slope indeks*. Prosedur pengurutan *slope indeks* berdasarkan nilai waktu yang maksimal diproses terlebih dahulu. Hasil *slope index* selanjutnya ditunjukkan pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Hasil *Slope Index*

<i>Slope Index</i>	
S ₁	57,15
S ₂	57,50
S ₃	57,42
S ₄	57,68
S ₅	57,69
S ₆	57,52

Untuk memperoleh *makespan* maka dihitung dengan cara waktu proses pertama ditambah dengan waktu proses kedua dan seterusnya.

Tabel 10. Total Waktu Metode Palmer

Mesin Job	Waktu proses (menit)					
	1	2	3	4	5	6
5	0,55	3,61	6	7,87	9,08	15,95
4	1,08	6,64	9,04	10,93	12,13	19,02
6	1,64	9,69	12,07	13,95	15,15	22,04
2	2,20	12,77	15,18	17,06	18,27	25,18
3	2,73	15,80	18,21	18,91	19,46	32,06
1	3,31	18,89	20,57	20,77	20,65	38,93

Berdasarkan tabel 10 maka diperoleh *makespan* sebesar 38,93 menit dengan urutan pengerjaan job adalah 5 – 4 – 6 – 2 – 3 – 1.

Berdasarkan ketiga metode yang digunakan untuk maka metode terbaik yang mampu memberikan keuntungan bagi perusahaan adalah dengan menerapkan metode CDS dengan total waktu terkecil sebesar 18,68 menit bila dibandingkan dengan kedua metode lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik kesimpulan bahwa metode CDS lebih efektif dibandingkan metode Palmer dan metode perusahaan. Metode CDS menghasilkan 5 iterasi dengan nilai *makespan* terkecil ada pada iterasi ke satu. Dengan menerapkan

metode CDS perusahaan bisa menghemat waktu proses sebagai keuntungan bagi perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai peneliti kami mengucapkan terima kasih kepada PT. X atas kesediaannya berbagi informasi selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Antari, N. K. D. P. (2021). Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith dan Dannenbring dalam Meminimumkan Total Waktu Produksi Beras. Skripsi. Universitas Udayana. Denpasar.
- Baroto, T. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Jakarta: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Bouzidi & Riffi, M.E., (2014). Cat swarm optimization to solve job shop scheduling problem, IEEE, vol. 2, pp. 4799-5979.
- Buffa, Elwood S. ; Rakesh K.Sarin. (2006). Manajemen Operasi dan Produksi Modern. Edisi kedelapan, jilid 2. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Ervil, R., & Nurmayuni, D. (2018). "Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (*Makespan*).” Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri 18(2):97. doi: 10.36275/stsp.v18i2.118.
- Hasbullah, (2015) „Penjadwalan Produksi Beef dengan Menggunakan Metode CDS dan Heuristik Palmer“, Seminar Nasional IENACO, pp. 497–508.
- KKP (2015). Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan 2015. Jakarta.
- Kurniawati, R. F. (2011). Analisis Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith, Palmer dan Dannenbring di UD. Anggun Raya Waru - Sidoarjo. Skripsi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran.”
- Kuswandi, I., (2010). Minimasi makespan dengan penjadwalan produksi pada tipe produksi berulang. Teknik Industri, 84-93.
- Mashuri, C., Mujianto, A. H., Sucipto, H., Arsam, Y. R., & Permadi, G. S. (2019). Production Time Optimization using Campbell Dudek Smith (CDS) Algorithm for Production Scheduling. The 4th International Conference on Energy, Environment, Epidemiology and Information System. Semarang - Indonesia: EDP Sciences.
- Mashuri C., Mujianto, A. H. dan Sucipto, H. (2021). Analisis Perbandingan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan GUPTA Untuk Optimasi Pejadwalan Produksi. Jombang : Universitas Hasyim ‘Asyari Jombang.
- Masruroh, (2006) Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith, Palmer dan Dannenbring di PT. Loka Refraktor Surabaya, E-Journal UPN Veteran Jatim, pp. 274–282.
- Moreno C. W. (2006). Optimization in production operations optimal “lean operations” in manufacturing. Advanced Process Management, vol. 513, pp. 469-8629, (2006).
- Viliandini, D. A. & Yuliawati, E. (2022). Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (*Makespan*). Jurnal Seniati Green Technology Inovation. Volume 6 No. 1, 123-128. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/4915/3165>
- Vollmann, Thomas E., William L.Berry, D. Clay Whybark, F. Robert Jacobs. (2005). Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management. Edisi 5. McGraw Hill. New York.