

Optimasi Waktu Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS)

Sabbaha Sinai Lillah*¹, Ade Ima Afifa Himayati², Ivanna Isty Nursani³

^{1,2,3}Program Studi Matematika, Universitas Muhammadiyah Kudus, Indonesia

e-mail: 32021130007@std.umku.ac.id

Abstrak

Penjadwalan merupakan masalah yang kompleks dengan berbagai tujuan yang diperlukan proses produksi dalam suatu industri. Proses produksi adalah proses utama dalam sebuah usaha, dalam proses produksi entitas yang menjadi penting adalah mesin produksi. Objek penelitian proses produksi ini berada disuatu pabrik roti di Kabupaten Kudus, yaitu Pabrik Roti Alvian yang merupakan pabrik UMKM pembuat berbagai macam roti dengan alat-alat yang memadai dan memiliki banyak konsumen. Permasalahan yang masih sering terjadi pada ini adalah penambahan jam kerja karyawan untuk mencapai target setiap harinya yang mengakibatkan penambahan biaya pengeluaran pabrik. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan hasil optimasi waktu penjadwalan produksi roti, sehingga mencegah terjadinya penambahan tersebut dengan mengaplikasikan Metode Campbell Dudek Smith (CDS). Metode CDS mengubah masalah penjadwalan multi-mesin menjadi serangkaian masalah dua mesin, lalu menerapkan aturan Johnson untuk setiap pasangan mesin guna menentukan urutan pekerjaan, setelah didapatkan beberapa urutan maka dipilih waktu proses terpendek (makespan) sebagai solusi terbaik. Hasil optimasi penjadwalan waktu produksi yang didapatkan dengan urutan proses D – A – B – C (Roti Donat – Roti Pisang Cokelat – Roti Kelapa – Roti Selai Buah) sebesar 548 menit yang semulanya 600 menit, sehingga dapat mengefisiensi waktu sebesar 52 menit dibanding sebelumnya, tanpa ada penambahan jam kerja karyawan yang mengakibatkan penambahan biaya pengeluaran pabrik.

Kata kunci—Metode Campbell Dudek Smith, Penambahan Jam Kerja, Penambahan Biaya Karyawan, Penjadwalan.

1. PENDAHULUAN

Saat ini bisnis industri kuliner terus berkembang pesat di berbagai negara, terutama di Indonesia sendiri. BPS mengumumkan bahwa sektor makanan, minuman, dan akomodasi mencatat pertumbuhan yang kuat sebesar 10,17% pada triwulan II tahun 2024 (BPS, 2024). Salah satu bisnis makanan di Indonesia yang cukup dikenal adalah roti. Roti merupakan makanan pokok di semua budaya dengan berbagai bentuk dan rasa, sehingga di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan/pabrik roti, salah satunya di kota Kudus adalah Pabrik Roti Alvian. Roti Alvian Kudus merupakan salah satu perusahaan UMKM yang membuat berbagai macam roti, meskipun demikian Pabrik Roti Alvian Kudus ini sudah memiliki peralatan yang memadai dan memiliki banyak konsumen terutama warga sekitar dan beberapa penjual di pasar-pasar maupun toko-toko. Oleh karena itu, setiap harinya toko roti ini melakukan pemesanan yang akan ditiptkan di beberapa tempat, sehingga proses pembuatannya perlu dikelola dengan sebaik-baiknya agar semua pesanan dapat terpenuhi, serta tidak terjadi penambahan jam kerja mesin maupun karyawan pabrik yang dapat menyebabkan biaya gaji lembur karyawan bertambah.

Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa untuk memaksimalkan waktu pembuatan roti, diperlukan penjadwalan mesin yang sebaik-baiknya. Penjadwalan produksi merupakan bagian penting dari perencanaan waktu dan pengendalian proses produksi (Yusriski et al., 2023). Pentingnya penjadwalan yang baik dalam suatu industri dapat mempengaruhi keberhasilan suatu industri dalam merespon pesanan konsumen (Sembiring & Pengabenan, 2023). Tujuan utama penjadwalan adalah menghasilkan output yang diharapkan dan sesuai dengan kebutuhan masing-masing industri dalam batasan waktu yang telah ditentukan dengan cara mengatur waktu pada setiap proses yang ada (Mutiara & Azalia, 2023). Beberapa tujuan riil yang dibutuhkan

adalah untuk mengurangi waktu proses produksi, mengurangi biaya pengeluaran, dan meningkatkan kepuasan konsumen (Widiawati & Sibrani, 2024).

Dalam penjadwalan produksi, terdapat dua jenis berdasarkan sistemnya, yaitu jenis penjadwalan *jobshop* yang memiliki urutan kerja yang berbeda pada setiap mesinnya, dan jenis penjadwalan *flowshop* yang mana semua job melalui proses produksi yang sama pada mesin tersebut, sehingga lebih cocok untuk produksi repetitif dengan volume yang tinggi dan standar proses yang tetap (Ulya, 2022). Pengurutan proses produksi memerlukan teknik penjadwalan yang tepat agar memperoleh waktu produksi yang paling optimal dan memenuhi semua kebutuhan, seperti halnya yang terjadi pada Pabrik Roti Alvian.

Proses produksi suatu industri terdiri dari berbagai aktivitas, seperti penjadwalan produksi, pengelolaan kualitas produk, dan pengolahan limbah produksi (Prasisti & Nugroho, 2023). Selain memperhatikan kualitas produk yang akan diberikan kepada pelanggan, penjadwalan produksi yang baik juga bermanfaat bagi mesin dan karyawan pabrik agar dapat pulang tepat waktu, karena pada Pabrik Roti Alvian Kudus sering terjadi penambahan jam kerja bagi karyawan pabrik sehingga menyebabkan kenaikan upah lembur karyawan, hal ini disebabkan oleh kurangnya penjadwalan proses produksi roti. Ada dua tujuan utama yang harus dipenuhi melalui penjadwalan, yaitu kuantitas yang diproduksi dan batas waktu penyelesaian yang ditentukan (Husni et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu mengenai topik penjadwalan menggunakan Metode *Nawaz Enscore Ham* (NEH) dan *First Come First Serve* (FCFS) dimana Metode NEH lebih efisien dibandingkan Metode FCFS (Kurniawan & Suseno, 2023). Penelitian waktu *makespan* menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) untuk mendapatkan solusi waktu *makespan* yang optimal dibandingkan dengan kondisi sebelumnya (Mesin et al., 2024), (Sidabutar et al., 2019), dan (Fole et al., 2024). Penelitian perbandingan beberapa metode dengan Metode *Campbell Dudek Smith* dan Metode *Palmer* yang menyimpulkan bahwa Metode CDS memberikan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan Metode *Palmer* (Susanti & Widjajati, 2023). Penelitian perbandingan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan Metode *Dannenbring* yang menyatakan bahwa Metode CDS lebih efisien dibandingkan dengan Metode *Dannenbring* (Antari et al., 2021). Penelitian perbandingan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), *Nawaz Enscore Ham* (NEH), dan *Palmer* untuk mengurangi *makespan* produksi, dan didapatkan hasil paling optimal menggunakan Metode CDS dengan *makespan* sebesar 1449805 detik dipilih karena mempunyai *makespan* yang lebih kecil dari metode sebelumnya, sehingga terjadi penghematan *makespan* sebesar 140290 detik (8,82%) dari kondisi semula (Annisya & Saifudin, 2020). Dari beberapa penelitian tersebut, terdapat dua poin penting yang menjadi dasar penelitian ini, yaitu yang pertama adalah penerapan metode penjadwalan menjadi solusi utama dalam mencari solusi permasalahan keterlambatan atau efisiensi waktu produksi. Poin penting kedua adalah Metode CDS merupakan metode yang sudah familiar, mudah diaplikasikan, dan lebih efisien dibandingkan dengan beberapa metode lainnya.

Pada penelitian optimasi waktu produksi mesin ini, penulis akan fokus pada Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), metode ini termasuk kategori metode *heuristik* yang mana bertujuan untuk meminimumkan waktu penyelesaian (*makespan*) pada suatu sistem aliran produksi (*flowshop*) yang terdiri dari beberapa mesin. HG Campbell, RA Dude. Dan M.L. Smith merupakan pengembang Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang berbasis pada algoritma Johnson. Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kerja mesin tipe penjadwalan *flowshop* dengan cara membagi semua mesin menjadi dua kelompok yang selanjutnya akan dibentuk menjadi suatu urutan kerja dan dicari dalam beberapa iterasi untuk memperoleh waktu kerja tersingkat untuk semua mesin.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan data primer yang diperoleh dari wawancara terstruktur secara langsung kepada pemilik Perusahaan Pabrik Roti Alvian Kudus, untuk memperoleh data tentang jumlah mesin produksi, waktu produksi masing-masing mesin, dan permasalahan terkait waktu produksi dalam sehari. Metode yang digunakan adalah Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS), menurut Ginting dalam bukunya (Ginting, 2009) “Teknik algoritma CDS ini pertama kali diidentifikasi oleh Campbell, Dudek, dan Smith pada tahun 1965, dimana untuk pengurutan n -job pada m -mesin akan terbentuk

barisan pada setiap iterasinya, yaitu $t_{p,1}^k$ dan $t_{p,2}^k$ sebagai waktu proses untuk job ke- p pada mesin pertama dan pada mesin kedua. Metode ini merupakan metode kuantitatif, dimana datanya berupa angka-angka yang dapat dihitung dan diukur, seperti data waktu proses produksi dan biaya pengeluaran pabrik (Rahayu & Susanto, 2024). Perhitungan metode ini menggunakan variabel k sebagai jumlah iterasi dan dilakukan secara terus menerus dimulai dari iterasi 1 sampai dengan iterasi $(m - 1)$, dimana m berarti jumlah mesin dalam suatu proses produksi tertentu (Gurusinga & Zuya, 2023).

1. Untuk iterasi $K = 1$
 - a. Waktu proses pengerjaan suatu pekerjaan ke- p di mesin yang pertama diperoleh dengan persamaan :
$$t_{p,1}^k = t_{p,1} \quad (1.1)$$
 - b. Waktu proses pengerjaan suatu pekerjaan ke- p di mesin yang kedua diperoleh dengan persamaan :
$$t_{p,2}^k = t_{p,m} \quad (1.2)$$
2. Untuk iterasi $K = 2$
 - a. Waktu proses pengerjaan suatu pekerjaan ke- p di mesin yang pertama diperoleh dengan persamaan :
$$t_{p,1}^k = t_{p,1} + t_{p,2} \quad (1.3)$$
 - b. Waktu proses pengerjaan suatu pekerjaan ke- p di mesin yang kedua diperoleh dengan persamaan :
$$t_{p,2}^k = t_{p,m} + t_{p,m-1} \quad (1.4)$$
3. Untuk iterasi $K = k$
 - a. Waktu proses pengerjaan suatu pekerjaan ke- p di mesin yang pertama diperoleh dengan persamaan :
$$t_{p,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{p,j} \quad (1.5)$$
 - b. Waktu proses pengerjaan suatu pekerjaan ke- p di mesin yang kedua diperoleh dengan persamaan :
$$t_{p,2}^k = \sum_{j=m-k+1}^k t_{p,j} \quad (1.6)$$

(Muhammad & Widjajati, 2023)

Keterangan :

p = pekerjaan (*job*)

j = mesin

m = jumlah mesin

k = jumlah iterasi $\{1,2,3, \dots, (m - 1)\}$

K = iterasi ke -

t = waktu

Sehingga dari penjabaran awal diatas dapat dibentuk langkah-langkah berikutnya yaitu :

1. Langkah pertama yaitu mencari $t_{p,1}^k$ dan $t_{p,2}^k$ dengan menjumlahkan waktu proses mesin dengan pengelompokan yang sudah ditentukan pada penjabaran tabel konstruksi diatas.
2. Langkah kedua yaitu memilih waktu minimum yang merupakan waktu proses pada $t_{p,1}^k$ dan $t_{p,2}^k$. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama ($t_{p,1}^k$), selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada urutan awal. Bila waktu minimumnya didapat pada mesin kedua ($t_{p,2}^k$), tempatkan tugas tersebut pada urutan terakhir. Tujuan dari tahap ini ialah mencari urutan setiap iterasi.
3. Langkah ketiga yaitu mencari nilai optimal setiap iterasi (*makespan*) dengan cara menjumlahkan secara vertikal dan horizontal dengan memilih nilai yang paling tinggi pada setiap kolom dan baris tabel, begitu seterusnya sampai mendapatkan hasil pada kolom baris terakhir.
4. Kemudian bandingkan seluruh hasil iterasi untuk mendapatkan nilai (*makespan*) yang paling pendek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah tabel data waktu proses produksi dengan 4 macam roti yaitu roti pisang coklat, roti kelapa, roti selai buah, dan roti donat, dengan 4 mesin yaitu pengaduk adonan/*mixer*, pemotong dan pengembang roti, oven, serta pengemas, yang bekerja dengan satuan menit.

Tabel 1. Waktu Proses Pada 4 Pekerjaan 4 Mesin

Job	Waktu Proses Pada Mesin			
	M1	M2	M3	M4
A	13	170	16	14
B	11	120	16	12
C	10	112	14	13
D	9	110	20	20

Kemudian dari data tersebut akan ditentukan jumlah iterasi dengan $k = (m - 1)$ yang berarti jumlah mesin dikurang 1 Maka banyak iterasi atau alternatif yang diperoleh adalah $k = (4 - 1) = 3$. Setelah itu akan diolah dengan menggabungkan stasiun produksi yang ada menjadi dua kelompok mesin $t_{p,1}^k$ dan $t_{p,2}^k$ menggunakan Algoritma *Campbell Dedek Smith* (CDS) dengan rumus penjumlahan berikut.

Tabel 2. Rumus Iterasi untuk Waktu Proses pada 4 Pekerjaan 4 Mesin

K = 1		K = 2		K = 3	
$t_{p,1}^k$	$t_{p,2}^k$	$t_{p,1}^k$	$t_{p,2}^k$	$t_{p,1}^k$	$t_{p,2}^k$
M1	M4	M1 + M2	M3 + M4	M1 + M2 + M3	M2 + M3 + M4

Dengan perhitungan menggunakan rumus tersebut, maka akan disubstitusikan ke dalam tabel waktu proses mesin iterasi $K = 1, K = 2, dan K = 3$ untuk setiap nilai $t_{p,1}^k$ dan $t_{p,2}^k$ sebagai berikut

Tabel 3. Iterasi untuk Waktu Proses pada 4 Pekerjaan 4 Mesin

Job (p)	K = 1		K = 2		K = 3	
	$t_{p,1}^k$	$t_{p,2}^k$	$t_{p,1}^k$	$t_{p,2}^k$	$t_{p,1}^k$	$t_{p,2}^k$
A	13	14	183	30	199	200
B	11	12	131	28	147	148
C	10	13	122	27	136	139
D	9	20	119	40	139	150

Langkah selanjutnya yakni pemilihan waktu pemrosesan minimum antara kelompok mesin produksi $t_{p,1}^k$ dan $t_{p,2}^k$. Sehingga dari proses pemilihan waktu minimum tersebut didapatkan 3 urutan yaitu untuk $K = 1$ dengan urutan $D - C - B - A$, untuk $K = 2$ dengan urutan $D - A - B - C$, dan untuk $K = 3$ dengan urutan $C - D - B - A$. Setelah didapatkan urutan tersebut maka akan kita hitung setiap iterasi, dimulai dari iterasi pertama $K = 1$ dengan perhitungan secara vertikal maupun horizontal mengikuti setiap nilai yang paling besar.

Tabel 4. Proses Penjumlahan Waktu Optimal Untuk $K = 1$

Job	D	C	B	A
M1	0-9	9-19	19-30	30-43
M2	9-119	119-231	231-351	351- 521
M3	119-139	231-245	351- 367	521-537
M4	139-159	245-258	367- 379	537- 551

Setelah melalui proses pada tabel 4.4 maka didapatkan nilai optimal hasil akhir penjumlahan pada iterasi $K = 1$ pada kolom dan baris terakhir setiap penjumlahan yakni 551 dengan nilai keseluruhan seperti tabel 4.5 berikut.

Tabel 5. Hasil Penjumlahan Waktu Optimal Untuk $K = 1$

Job	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<i>M1</i>	9	19	30	43
<i>M2</i>	119	231	351	521
<i>M3</i>	139	245	367	537
<i>M4</i>	159	258	379	551

Setelah menyelesaikan iterasi pertama, maka akan dilanjutkan untuk proses iterasi $K = 2$ sebagai berikut.

Tabel 6. Proses Penjumlahan Waktu Optimal Untuk $K = 2$

Job	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>M1</i>	0-9	9-22	22-33	33-43
<i>M2</i>	9-119	119-289	289-409	409-521
<i>M3</i>	119-139	289-305	409-425	521-535
<i>M4</i>	139-159	305-319	425-437	535-548

Setelah melalui proses pada tabel 4.6 maka didapatkan nilai optimal hasil akhir penjumlahan pada iterasi $K = 2$ pada kolom dan baris terakhir setiap penjumlahan yakni 548 dengan nilai keseluruhan seperti tabel 4.7 berikut.

Tabel 7. Hasil Penjumlahan Waktu Optimal Untuk $K = 2$

Job	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>M1</i>	9	22	133	43
<i>M2</i>	119	289	1409	521
<i>M3</i>	139	305	425	535
<i>M4</i>	159	319	437	548

Setelah menyelesaikan iterasi kedua, maka akan dilanjutkan untuk proses iterasi $K = 3$ sebagai berikut.

Tabel 8. Proses Penjumlahan Waktu Optimal Untuk $K = 3$

Job	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<i>M1</i>	0-10	10-19	19-30	30-43
<i>M2</i>	10-122	122-232	232-352	352-522
<i>M3</i>	122-136	232-252	352-368	522-538
<i>M4</i>	136-149	252-272	368-380	538-552

Setelah melalui proses pada tabel 4.8 maka didapatkan nilai optimal hasil akhir penjumlahan pada iterasi $K = 3$ pada kolom dan baris terakhir setiap penjumlahan yakni 552 dengan nilai keseluruhan seperti tabel 4.9 berikut

Tabel 9. Hasil Penjumlahan Waktu Optimal Untuk $K = 3$

Job	C	D	B	A
M1	10	19	30	43
M2	122	232	352	522
M3	136	252	368	538
M4	149	272	380	552

Dari ketiga hasil pada tabel 5, 7, 9 akan dipilih waktu penjadwalan mesin produksi roti yang paling minimum dengan 4 macam job dan 4 macam mesin dalam satuan menit yang tertera pada angka terakhir disetiap tabel, yaitu:

Untuk $K = 1$ memperoleh waktu minimum yakni 551 menit, dengan urutan proses produksi $D - C - B - A$.

Untuk $K = 2$ memperoleh waktu minimum yakni 548 menit, dengan urutan proses produksi $D - A - B - C$.

Untuk $K = 3$ memperoleh waktu minimum yakni 552 menit, dengan urutan proses produksi $C - D - B - A$.

Sehingga waktu paling minimum yang diperoleh pada proses optimasi menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yakni pada iterasi kedua yaitu 548 menit. Dari waktu tersebut akan diubah menjadi satuan jam dengan dibagi 60 menit maka didapatkan $\frac{548}{60} = 9,13$ jam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya akan ditarik sebuah kesimpulan. Optimasi waktu menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) pada proses produksi Pabrik Roti Alvian yang mulanya bisa menghabiskan 10 jam dalam sehari menjadi 9 jam 13 menit dalam sehari yang artinya lebih cepat 52 menit dibanding biasanya, dengan urutan pengerjaan $D - A - B - C$ (Roti Donat – Roti Pisang Cokelat – Roti Kelapa – Roti Selai Buah) tanpa adanya tambahan jam kerja yang menyebabkan penambahan gaji karyawan. Sehingga dari hasil tersebut kita dapat meminimalkan biaya yang dikeluarkan dari Perusahaan Pabrik Roti Alvian. Metode ini sangat mudah diterapkan, selain itu juga dapat membantu suatu perusahaan memecahkan masalah yang terkait dengan penjadwalan produksi sehingga membantu mereka dalam proses pengambilan keputusan. Terdapat batasan-batasan tertentu dalam penelitian menggunakan Metode CDS ini, seperti tidak ada jam istirahat untuk setiap mesin dan karyawan, setiap mesin beroperasi dalam keadaan baik, dan ketersediaan seluruh bahan pembuat roti yang selalu terpenuhi. Disarankan untuk peneliti selanjutnya terkait penjadwalan mesin produksi dapat menggunakan perbandingan dengan beberapa metode lainnya agar mendapatkan beberapa variasi solusi yang bisa dipilih sesuai kebutuhan peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisya, S. D., & Saifudin, J. A. (2020). Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), Nawaz Ensore Ham (NEH), dan Palmer Untuk Mengurangi Makespan di PT. X. *Juminten : Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, 1(3), 165–176. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.119>
- Antari, N. K. D. P., Harini, L. P. I., & Tastrawati, N. K. T. (2021). Analisis Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith dan Dannenbring dalam Meminimumkan Total Waktu Produksi Beras. *E-Jurnal Matematika*, 10(4), 215. <https://doi.org/10.24843/mtk.2021.v10.i04.p345>
- BPS (2024). Ekonomi Indonesia Triwulan II-2024 Tumbuh 3,79 Persen (Q-to-Q), Ekonomi Indonesia Triwulan II-2024 Tumbuh 5,05 Persen (Y-on-Y), dan Ekonomi Indonesia Semester I-2024 Tumbuh

5,08 Persen (C-to-C). <https://www.BPS.Go.Id/Id/Pressrelease/2024/08/05/2381/Ekonomi-Indonesia-Triwulan-Ii-2024-Tumbuh-3-79-Persen--Q-To-Q---Ekonomi-Indonesia-Triwulan-Ii-2024-Tumbuh-5-05-Persen--Y-on-Y---Dan-Ekonomi-Indonesia-Semester-I-2024-Tumbuh-5-08-Persen--C-To-C-.Html>, 60.

- Prasisti, D., & Nugroho, Y. A. (2023). Optimasi Penjadwalan Produksi untuk Meminimalkan Makespan dengan Pendekatan Particle Swarm Optimization dan Genetic Algorithm. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(2), 111–118. <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i2.134>
- Widiawati, J. A. & Sibarani, A. A. (2024). Usulan Penjadwalan Flow Shop dengan Metode Drum Buffer Rope dan Campbell, Dudek, Smith (CDS) untuk Mengurangi Keterlambatan di Perusahaan Tekstile (Studi Kasus PT. X) *Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, Abd Creative Media*, 4(1), 245–258. <https://core.ac.uk/download/pdf/299926805.pdf>
- Dwi S, N., & Pudji W, E. (2023). Analisis Perencanaan Produksi Paving dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith dan Palmer di CV. Daya Patra Sentosa. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, 2(2), 108–121. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i2.1667>
- Fole, A., Mail, A., Safutra, I., Rahman Nasrun, A. (2024). Evaluasi Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeks and Smith (CDS) Untuk Mengoptimalkan Waktu Makespan Time Pada UD. Adi Utama. *Journal of Industrial Engineering Innovation* 02(01), 28–35.
- Ginting, R. (2009). Penjadwalan Mesin. 271. *Graha Ilmu*, Yogyakarta.
- Gurusinga, M. O., & Zuya, N. (2023). Usulan Penjadwalan Job dengan Algoritma Campbell, Dudek and Smith (CDS) dan Algoritma Genetika untuk Meminimasi Makespan Proses Perakitan Pistol Mainan di PT. ABC. *Jurnal TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 6(1), 902–912. <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1906>
- Husni, S., Maitimu, N. E., & Sahar, D. P. (2023). Analisis Penjadwalan Produksi Air Minum dalam Kemasan (AMDK). *Jurnal I Tabaos*, 3(2), 59–68. <https://doi.org/10.30598/i-tabaos.2023.3.2.59-68>
- Mutiara, I. F., & Azalia, M. (2023). Penerapan Algoritma Branch and Bound dalam Menyelesaikan Penjadwalan Flowshop. *Jurnal EE Conference Series*, 06(1). <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1801>
- Kurniawan, N., & Suseno, S. (2023). Optimasi Sistem Penjadwalan Produksi dengan Metode Nawaz Enscore Ham (NEH) Pada PT Sinar Semesta. *Jurnal Inovasi Dan Kreativitas (JIKA)*, 3(1), 24–33. <https://doi.org/10.30656/jika.v3i1.6001>
- Baharuddin, S. R., Riana, R. I., & Anwar, F. (2024). Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalkan Makespan Time dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika* 3(4), 304-312
- Muhammad, T., & Widjajati, E. P. (2023). Analisa Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell Dudek Smith untuk Meminimasi Makespan di CV.YZX. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (Jtmei)*, 2(4).
- Rahayu, C. N. S., & Susanto. (2024). Pengaruh Kepemimpinan, Komunikasi dan Kerjasama Tim Terhadap Kinerja Karyawan PT. CDS Asia. *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Ekonomi* Vol. 22(1), 11–22.
- Sembiring, S., & Pengabenan, U. N. A. (2023). Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Metode Algoritma Genetika dan metode Campbell Dudek Smith (CDS). *Jurnal TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 6(1), 932–950. <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1909>
- Sidabutar, S. N., Amin, M., & Putri, A. (2019). Penjadwalan Operasi Mesin Produksi dengan Metode CDS (Campbell Dudek Smith) Di Pt Tjokro Bersaudara Balikpapanindo. *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, 11(2), 53–61. <https://dx.doi.org/10.31328/jp.v11i2.1234>
- Ulya, S. H. (2022). Penyusunan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (Cds) Guna Meminimasi Keterlambatan Pada CV. Sekar Langgeng. *Skripsi Universitas Islam Sultan Agung*. 1–113.
- Yusriski, R., Astuti, B & Nasution, A. R. K. (2023). Penjadwalan Dinamis Menggunakan Metode Rolling Time Window (RTW) pada Kasus Flowshop 3 Mesin untuk Meminimumkan Total Biaya Lateness, Earliness dan Re-Scheduling. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 22(2), 171–178. <https://doi.org/10.55893/jt.vol22no2.427>