



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 2, No. 2, Tahun 2025

MISTER

**Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research**

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 2, No. 2, Tahun 2025

Pages : 3400–3414

Penyusunan Penjadwalan Produksi pada CV. Syam' s Indonesia Handicraft Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Guna Meminimasi Nilai Makespan

Nazilatul Aulia Fajrin, Sukarno Budi Utomo, Rieska Ernawati

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

Article in Journal of MISTER

Available at : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

DOI : <https://doi.org/10.32672/mister.v2i2.3141>

How to Cite this Article

APA : Aulia Fajrin, N., Budi Utomo, S., & Ernawati, R. (2025). Penyusunan Penjadwalan Produksi pada CV. Syam' s Indonesia Handicraft Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) Guna Meminimasi Nilai Makespan. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, 2(2), 3400 – 3414. <https://doi.org/10.32672/mister.v2i2.3141>

Others Visit : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Penyusunan Penjadwalan Produksi Pada CV. Syam's Indonesia Handicraft Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Guna Meminimasi Nilai *Makespan*

Nazilatul Aulia Fajrin^{1*}, Sukarno Budi Utomo², Rieska Ernawati³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia^{1,2,3}

*Email Korespodensi: nazilatulaf@std.unissula.ac.id

Diterima: 10-03-2025

| Disetujui: 11-03-2025

| Diterbitkan: 12-03-2025

ABSTRACT

CV. Syam's Handicraft Indonesia is a company engaged in fashion, by producing woven bags made from processed waste materials. The production system used in this company uses a make-to-order system with a flow shop pattern or has the same production stages. This company applies the First Come First Serve (FCFS) scheduling system where orders that enter first will be prioritized for processing. As a result of the application of this method, several times the company experienced delays in shipping goods, causing protests from customers. Based on these problems, a calculation method is needed to arrange production scheduling with the aim of determining and producing effective and optimal scheduling. In this study, the method used for calculation and as a comparison is the Campbell Dudek Smith (CDS) method. The results of the calculation using the Campbell Dudek Smith (CDS) method obtained the priority order of work A-C-G-B-D-F-E with a makespan of 3,146.42 minutes with a flowtime of 79,582.68 minutes. While the calculation results with the First Come First Serve (FCFS) method, which is the method applied to the company with the priority order of work A-B-C-D-E-F-G, resulted in a makespan of 3159.91 minutes and a flowtime of 81,873.50 minutes. It can be concluded that the proposed method, namely Campbell Dudek Smith (CDS), produces a smaller makespan value with a difference in makespan value of 13.49 minutes or with a percentage difference in RE of 0.42% and IE of 1.04 the proposed method, Campbell Dudek Smith (CDS) can produce more effective scheduling.

Keywords: *Campbell Dudek Smith (CDS), First Come First Serve (FCFS), Makespan, Production Scheduling.*

ABSTRAK

CV. Syam's Handicraft Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang fashion, dengan memproduksi tas anyam yang terbuat dari bahan olahan limbah. Sistem produksi yang digunakan pada perusahaan ini menggunakan sistem *make to order* dengan pola *flow shop* atau memiliki tahapan produksi yang sama. Pada perusahaan ini menerapkan sistem penjadwalan *First Come First Serve* (FCFS) dimana pesanan yang masuk terlebih dahulu akan diprioritaskan untuk diproses. Pada metode tersebut perhitungan berdasarkan perkiraan saja tanpa adanya perhitungan yang optimal. Akibat dari penerapan metode tersebut beberapa kali perusahaan mengalami keterlambatan pengiriman barang, hingga menimbulkan protes dari pelanggan. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan suatu metode perhitungan untuk menyusun penjadwalan produksi dengan tujuan untuk menentukan dan menghasilkan penjadwalan yang efektif serta optimal. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk perhitungan serta sebagai pembanding adalah metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Hasil dari perhitungan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) diperoleh urutan prioritas pekerjaan A-C-G-B-D-F-E dengan *makespan* sebesar 3.146,42 menit dengan *flowtime* sebesar 79.582,68 menit. Sedangkan hasil perhitungan dengan metode *First Come First Serve* (FCFS) yaitu metode yang diterapkan pada perusahaan dengan urutan prioritas pekerjaan A-B-C-D-E-F-G menghasilkan *makespan* sebesar 3159,91 menit dan *flowtime* sebesar 81.873,50 menit. Dapat disimpulkan bahwa metode usulan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan nilai *makespan* yang lebih kecil dengan selisih nilai *makespan* sebesar 13,49 menit atau dengan presentase selisih perbedaan RE 0,42% dan IE 1,04 metode yang diusulkan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) dapat menghasilkan penjadwalan yang lebih efektif.

Katakunci: *Campbell Dudek Smith* (CDS), *First Come First Serve* (FCFS), *Makespan*, Penjadwalan Produksi.

PENDAHULUAN

Penjadwalan produksi memegang peran krusial dalam dunia industri, terutama bagi perusahaan yang mengimplementasikan aturan penjadwalan produksi *make to order* atau menghasilkan produk berdasarkan kebutuhan pelanggan, kondisi ini dapat menambah nilai tambah dan keuntungan bagi perusahaan yang mengimplementasikannya (Sodikin & Mashuri, 2012). Untuk menghasilkan produk yang sejalan dengan rencana yang telah direncanakan, serta mencapai perencanaan optimal maka diperlukan penjadwalan produksi pada setiap perencanaan produksi. Proses distribusi sumber daya manusia atau mesin yang tersedia guna menuntaskan rangkaian kegiatan yang mana rentang waktu yang telah ditentukan, dengan tetap memperhatikan ketersediaan sumber daya biasa disebut dengan penjadwalan (Kurnia et al., 2013). Penjadwalan yang akurat dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya secara efektif, sehingga menjadi aktivitas yang sangat menentukan dalam proses perencanaan dan pengendalian produksi. Oleh karena itu, penerapan penjadwalan produksi diperlukan untuk memastikan urutan proses produksi yang akurat, yang pada akhirnya dapat memberikan manfaat ekonomi bagi perusahaan berupa keuntungan.

CV. Syam's Indonesian Handicraft merupakan perusahaan yang beroperasi di sektor produksi kerajinan tangan. Perusahaan ini berfokus pada industri *fashion* dengan memanfaatkan limbah plastik daur ulang sebagai bahan utama untuk menghasilkan produk tas anyam yang dibuat secara *handmade*. Perusahaan ini menerapkan sistem produksi *make-to-order*, di mana produksi produk berdasarkan permintaan pelanggan. Aliran proses produksi setiap produknya mengikuti pola produksi *flowshop* yang artinya setiap produk melalui tahapan proses pada mesin yang sama. Sistem penjadwalan yang mengacu pada aturan penjadwalan, yaitu *First Come First Served* (FCFS) yang digunakan oleh perusahaan menunjukkan pesanan yang diterima lebih dulu akan mendapatkan prioritas untuk diproses terlebih dahulu.

Akibat penerapan metode tersebut, perusahaan cenderung mengurutkan setiap pekerjaan dalam proses produksinya berdasarkan urutan pesanan yang diterima terlebih dahulu. Namun, dalam proses penjadwalan tersebut, perhitungan yang dilakukan masih bersifat perkiraan atau berdasarkan insting, tanpa adanya perhitungan yang pasti. Hal ini menyebabkan ketidakpastian terkait total waktu pengerjaan (*makespan*) yang terjadi pada setiap tahapan produksi. Hasil penjadwalan yang didasarkan pada perkiraan ini menimbulkan masalah, seperti keterlambatan pengiriman barang, karena tanggal pengiriman sering kali melewati waktu yang telah dijanjikan (*due date*). Dengan adanya permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian penjadwalan produksi dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dengan harapan dapat mengurangi waktu dari *makespan*.

METODE PENELITIAN

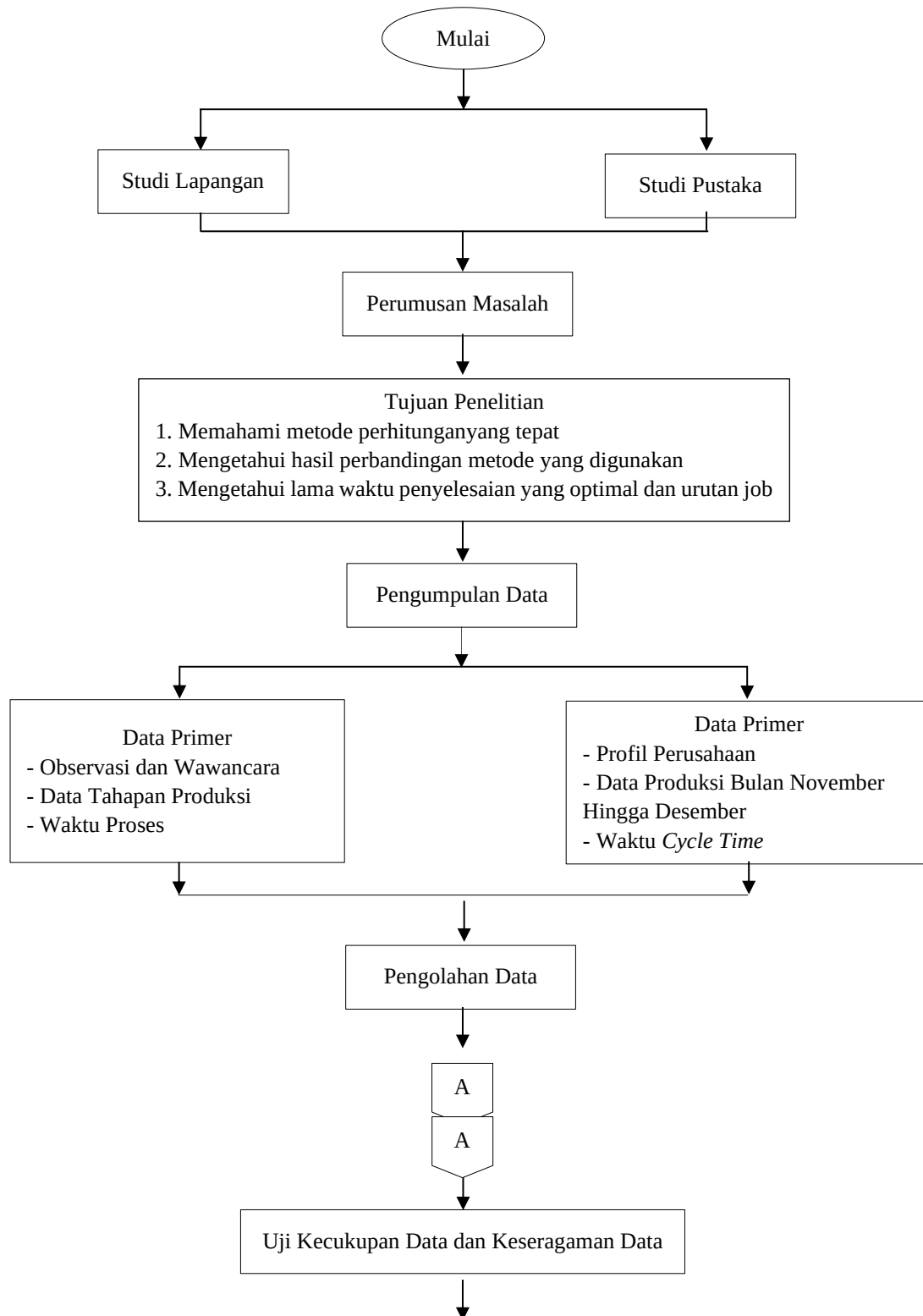
1. Identifikasi Alur Proses Produksi

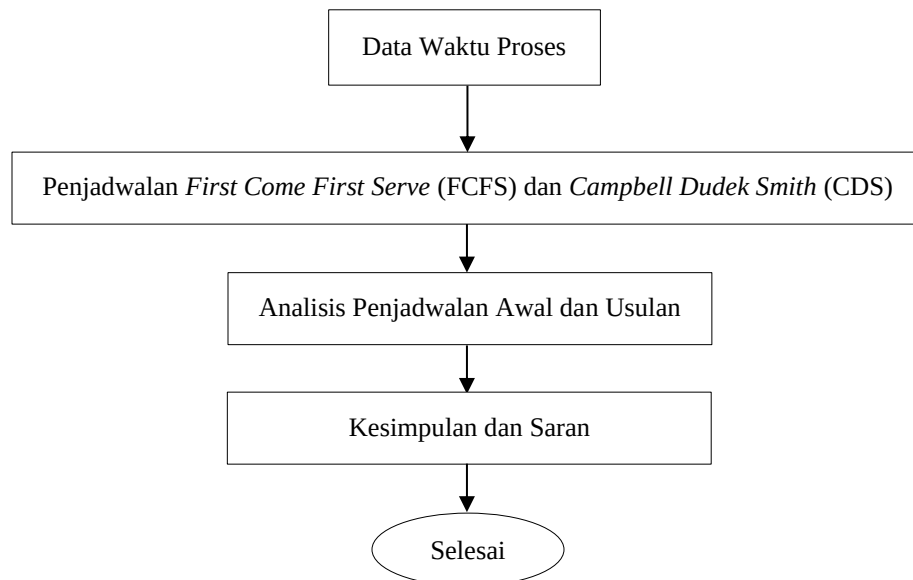
Dalam melakukan proses produksinya terdapat beberapa urutan proses penting untuk memproduksi tas anyam, berikut adalah urutan proses produksi yang berlangsung di CV. Syam's Indonesian Handicraft:

- a. Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku
- b. Proses Anyam Rangka
- c. Proses Anyam *Handle*
- d. Pemasangan *Handle* dengan Rangka Tas

- e. Proses Anyam Aksesoris
- f. Proses Pemasangan Aksesoris
- g. Proses Pengecekan QC
- h. Proses Pengemasan
2. Pengukuran Waktu Proses
Menurut Johanes (2014) dalam (Kulsum et al., 2020) durasi tertentu yang diperlukan dalam penyelesaian suatu aktivitas atau operasi yang membutuhkan alokasi sumber daya. Dalam prosesnya biasa dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengukur waktu atau *stopwatch* untuk mengukur durasi lamanya setiap tahapan dalam proses produksi.
3. Uji Kecukupan Data
Uji kecukupan data dilakukan untuk mengkonfirmasi bahwa data yang terkumpul telah mencapai volume yang memadai dan memenuhi persyaratan untuk analisis lebih lanjut. Pemenuhan asumsi ini memiliki peranan penting karena dalam melakukan penelitian, pengukuran yang konsisten dan objektif tidak selalu dapat diperoleh, terutama pada saat melakukan pengamatan waktu kerja secara langsung di lingkungan kerja.
4. Uji Keceragaman Data
Prosedur uji keceragaman data diterapkan untuk mengevaluasi apakah data yang terkumpul memiliki sifat seragam. Pengujian ini harus dilaksanakan sebelum data digunakan dalam penentuan waktu standar. Dalam rangka penetapan waktu baku, data yang diperoleh harus melalui proses uji keceragaman terlebih dahulu. Digunakan untuk mendeteksi variasi data yang signifikan dari nilai rata-rata, baik yang berada di atas maupun di bawah nilai tersebut.
5. Perhitungan Penjadwalan Metode Awal
Perusahaan menggunakan metode *first come first serve* dalam melakukan penjadwalan produksi. Pesanan yang datang di awal akan diprioritaskan untuk dikerjakan terlebih dahulu, hal ini tanpa memperhitungkan waktu total dalam menyelesaikan pekerjaan. Akibat tanpa perhitungan yang pasti membuat total waktu pengerjaan menjadi besar sehingga mengakibatkan adanya keterlambatan dalam pengiriman barang karena tidak bisa menjadwalkan dengan optimal, sehingga mempengaruhi produksi barang di pesanan selanjutnya.
6. Perhitungan Penjadwalan Metode Usulan
Pada penelitian ini menggunakan metode penjadwalan *campbell dudek smith* sebagai metode usulan alternatif. Dalam proses pengerjaannya metode ini membagi pusat pekerjaan menjadi dua kelompok, kemudian urutan prioritas terbaik ditentukan. Dalam pencarian antara dua set mesin, mesin dengan waktu pemrosesan tercepat didahulukan. Mesin dengan waktu pemrosesan terpendek ditempatkan pertama dalam antrian dan pekerjaan terletak di urutan antrian terakhir setelah mesin kedua memiliki waktu pemrosesan terpendek.

Adapun langkah-langkah penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:





Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini menghasilkan informasi dari latar belakang masalah, observasi, dan wawancara dengan pihak-pihak terkait. Data-data tersebut akan diolah dalam penelitian penjadwalan di CV. Syam's Indonesian Handicraft.

a) Data Permintaan Produk

Data permintaan pelanggan pada bulan November-Desember 2024:

Tabel 1. Data Permintaan Produk

Nama Produk	Kode Job	Jumlah Order
Luna Bag	A	20
Cute Bag	B	25
Milea Bag	C	15
Madu Bag	D	30
Peety Kombinasi Bag	E	20
Normal Bag	F	25
Peety Bag	G	30

(Sumber: Data permintaan selama periode November – Desember 2024)

b) Data Jumlah Mesin

Berikut ini adalah informasi mengenai jumlah pekerja serta mesin yang digunakan di setiap tahap produksi.

Tabel 2. Data Jumlah Mesin Pada Setiap Stasiun Kerja

No	Proses Produksi	Mesin	Jumlah Mesin/Pekerja
1	Pengukuran dan Pemotongan Bahan Baku	M1	3
2	Menganyam Rangka	M2	15
3	Penganyaman <i>Handle</i>	M3	15
4	Pemasangan <i>Handle</i> dengan Rangka	M4	15
5	Penganyaman Aksesoris	M5	15
6	Pemasangan Aksesoris dengan Rangka	M6	15
7	Pengecekan QC	M7	3
8	Pengemasan	M8	4

Sumber: Data CV. Syam's Indonesian Handicraft.

c) Data Waktu Proses

Data hasil pengamatan waktu proses produksi pada perusahaan untuk 7 JOB

Tabel 3. Data Waktu Proses 7 JOB

WC	Waktu Proses						
	JOB A	JOB B	JOB C	JOB D	JOB E	JOB F	JOB G
1	23,73	24,35	23,17	21,23	24,77	25,11	24,46
2	110,41	426,91	411,11	506,31	538,15	502,81	424,46
3	50,49	94,07	109,42	85,8	87,11	78,2	94,47
4	23,68	53,28	38,91	49,04	38,92	48,1	44,32
5	29,28	32,74	34,5	34,6	33,67	31,69	35,47
6	24,77	23,38	30,39	34,12	24,66	33,98	25,54
7	12,71	13,79	15,13	15,57	15,13	15,68	13,28
8	2,85	2,97	2,94	3,95	3,04	13,01	2,94

Sumber: Pengolahan Data

2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menganalisis hasil perhitungan dalam rangka menentukan pendekatan yang paling efektif untuk meminimalkan waktu penyelesaian proses produksi. Analisis ini membandingkan penjadwalan awal yang diterapkan oleh perusahaan dengan penjadwalan yang diusulkan menggunakan metode *Campbell, Dudek, dan Smith* (CDS).

a) Uji Kecukupan Data

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% (taraf nyata 5%), uji kecukupan data dilakukan untuk mengevaluasi apakah data yang terkumpul sudah memadai. Berikut ini disajikan perhitungan yang digunakan untuk menguji kecukupan data pada WC 1 yaitu proses pengecekan pada *item Job A*.

Dengan :

$$\begin{aligned}
 k &= 2 \text{ (95\%)} \\
 s &= 0,05 \text{ (5\%)} \\
 N &= 10 \\
 \sum x^2 &= 56,36
 \end{aligned}$$

$$\sum x = 23,73$$

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{10(56,36 - (23,73)^2)}}{23,73} \right]^2$$

$$N' = 1,51$$

Karena data $N' < N = 1,51 < 10$, artinya data sudah tercukupi

b) Uji keseragaman Data

Berikut ini disajikan perhitungan yang digunakan untuk menguji keseragaman data pada WC 1 yaitu proses pengecekan pada *item Job A* dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai $k=2$ dan derajat ketelitian (s) 5%

a. Perhitungan rata-rata waktu proses WC 1 *Job A*

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{23,73}{10}$$

$$\bar{x} = 2,37$$

b. Perhitungan standar deviasi pada WC 1 *Job A*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(2,23-2,37)^2 + (2,45-2,37)^2 + \dots + (2,29-2,37)^2}{10}}$$

$$\sigma = 0,08$$

c. Perhitungan nilai Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) pada WC 1 *Job A*

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$= 2,37 + 2(0,08)$$

$$= 2,37 + (0,16)$$

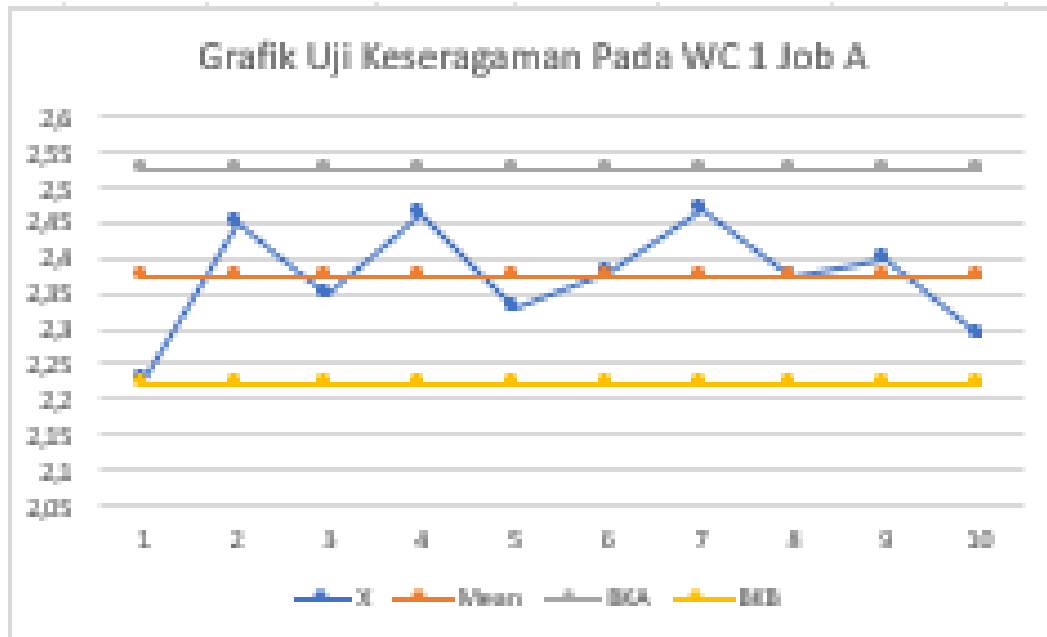
$$= 2,53 \text{ menit}$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$= 2,37 - 2(0,08)$$

$$= 2,37 - (0,16)$$

$$= 2,21 \text{ menit}$$



Gambar 1. Grafik Uji Keseragaman Data WC 1 JOB A 2025

- c) Perhitungan *Makespan* Dengan Metode Perusahaan
Perusahaan menggunakan metode *First Come First Served* (FCFS), dimana perusahaan mengerjakan pesananan berdasarkan pesanan yang diterima terlebih dahulu. Urutan pengerjaannya yaitu job A-B-C-D-E-F-G dengan nilai *makespan* sebesar 3.159,91 menit, nilai *flowtime* 81.873,50.
- d) Perhitungan *Makespan* Dengan Metode *Campbell, Dudek, dan Smith* (CDS)
Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengerjaan penjadwalan produksi dengan metode *Campbell, Dudek, dan Smith* (CDS).

- Menentukan jumlah perhitungan iterasi dengan cara:

$$K = M - 1 = 8 - 1 = 7$$

Setelah dilakukan perhitungan tersebut, maka diperoleh jumlah iterasi yang akan dilakukan sebanyak 7 tahapan.

- Perhitungan Iterasi

- Iterasi pertama, $k=1$ diawali dengan menentukan $t_{i,1}^1$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 1) dan $t_{i,2}^1$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 1). Untuk $t_{i,1}^1$ diambil dari waktu proses dari waktu proses *work center* $t_{i,1}$ dan untuk $t_{i,2}^1$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8}$.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad \text{dan} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^1 = t_{i,1} \quad \quad \quad t_{i,2}^1 = t_{i,8}$$

Tabel 4. Iterasi Pertama Penjadwalan CDS

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^1 = t_{i,1}$	$t_{i,2}^1 = t_{i,8}$
A	23,73	2,85
B	24,35	2,97
C	23,17	2,94
D	21,23	3,95
E	24,77	3,04
F	25,11	13,01
G	24,46	2,94

Berdasarkan perhitungan pada iterasi pertama, diperoleh alternatif urutan pengerjaan job D-C-A-B-G-E-F dan nilai *makespan* sebesar 3.162,05 menit dan nilai *flowtime* 86.384,26 menit.

b) Iterasi Kedua

Iterasi kedua ($k = 2$) dimulai dengan menentukan $t_{i,2}^2$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 2) dan $t_{i,2}^2$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 2). Pada $t_{i,2}^2$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7}$.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^2 = t_{i,1} + t_{i,2}$$

$$t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,2}^2 = t_{i,8} + t_{i,7}$$

Tabel 5. Iterasi Kedua Penjadwalan CDS

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^2 = t_{i,1} + t_{i,2}$	$t_{i,2}^2 = t_{i,8} + t_{i,7}$
A	134,14	15,56
B	451,26	16,76
C	434,28	18,07
D	527,54	19,52
E	562,92	18,17
F	527,92	28,69
G	448,92	16,22

Berdasarkan perhitungan pada iterasi kedua diperoleh alternatif urutan pengerjaan A-C-G-B-D-F-E dan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 79.582,68 menit.

c) Iterasi ketiga ($k=3$) di mulai dengan menentukan $t_{i,1}^3$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 3) dan $t_{i,2}^3$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 3). Pada $t_{i,1}^3$ diambil dari waktu proses *work center* dan untuk $t_{i,2}^3$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6}$.

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3}$$

$$t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6}$$

Tabel 6. Iterasi Ketiga Penjadwalan CDS

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3}$	$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6}$
A	184,63	40,33
B	545,33	40,14
C	543,7	48,46
D	613,34	53,64
E	650,03	42,83
F	606,12	62,67
G	543,39	41,76

Berdasarkan perhitungan pada iterasi ketiga diperoleh alternatif urutan pengerjaan job A-A-G-C-B-F-D-E dan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 79.656,28 menit.

- d) Iterasi keempat (k=4) di mulai dengan menentukan $t_{i,1}^4$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 4) dan $t_{i,2}^4$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 4). Pada $t_{i,1}^4$ diambil dari waktu proses *work center* dan untuk $t_{i,2}^4$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5}$

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4}$$

$$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5}$$

Tabel 7. Iterasi Keempat Penjadwalan CDS

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4}$	$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5}$
A	208,31	69,61
B	598,61	72,88
C	582,61	82,96
D	662,38	88,24
E	688,95	76,50
F	654,22	94,36
G	587,71	77,23

Berdasarkan perhitungan pada iterasi keempat diperoleh alternatif urutan pengerjaan job A-C-G-B-F-D-E dan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 91.282,73 menit.

- e) Iterasi kelima (k=5) di mulai dengan menentukan $t_{i,1}^5$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 5) dan $t_{i,2}^5$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 5). Pada $t_{i,1}^5$ diambil dari waktu proses *work center* dan untuk $t_{i,2}^5$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4}$

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5}$$

$$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4}$$

Tabel 8. Iterasi Kelima Penjadwalan CDS

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5}$	$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4}$
A	237,59	93,29
B	631,35	126,16
C	617,11	121,87
D	696,98	137,28
E	722,62	115,42
F	685,91	142,46
G	623,18	121,55

Berdasarkan perhitungan pada iterasi ketiga diperoleh alternatif urutan pengerjaan job A-C-E-B-F-G-D dan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 91.282,73 menit.

- f) Iterasi keenam (k=6) di mulai dengan menentukan $t_{i,1}^6$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 6) dan $t_{i,2}^6$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 6). Pada $t_{i,1}^6$ diambil dari waktu proses *work center* dan untuk $t_{i,2}^6$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3}$

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6}$$

$$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3}$$

Tabel 9. Iterasi Keenam Penjadwalan CDS

	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6}$	$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3}$
A	262,36	143,78
B	654,73	220,23
C	647,50	231,29
D	731,10	223,08
E	747,28	202,53
F	719,89	220,66
G	648,72	216,02

Berdasarkan perhitungan pada iterasi keenam diperoleh alternatif urutan pengerjaan job A-C-G-B-F-D-E dan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 91.282,73 menit.

- g) Iterasi ketujuh ($k=7$) di mulai dengan menentukan $t_{i,1}^7$ (waktu proses mesin pertama pada iterasi 7) dan $t_{i,2}^7$ (waktu proses mesin kedua pada iterasi 7). Pada $t_{i,1}^7$ diambil dari waktu proses *work center* dan untuk $t_{i,2}^7$ diambil dari waktu proses *work center* $t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3} + t_{i,2}$

$$t_{i,1}^k = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \quad t_{i,2}^k = \sum_{j=m+1=k}^k t_{i,j}$$

$$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} \quad t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6}$$

$$+ t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6} + t_{i,7} \quad + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3} + t_{i,2}$$

Tabel 10. Iterasi Ketujuh Penjadwalan CDS

JOB	Waktu Proses (menit)	
	$t_{i,1}^3 = t_{i,1} + t_{i,2} + t_{i,3} + t_{i,4} + t_{i,5} + t_{i,6} + t_{i,7}$	$t_{i,2}^3 = t_{i,8} + t_{i,7} + t_{i,6} + t_{i,5} + t_{i,4} + t_{i,3} + t_{i,2}$
A	275,07	254,19
B	668,52	647,14
C	662,63	642,40
D	746,67	729,39
E	762,41	740,68
F	735,57	723,47
G	662,00	640,48

Berdasarkan perhitungan pada iterasi ketujuh diperoleh alternatif urutan pengerjaan *job* A-G-C-B-F-D-E dan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 79.656,28 menit.

Tabel 11. Hasil Penjadwalan CDS

Iterasi	Alternatif Urutan Job	Makespan	Flowtime
1	D-C-A-B-G-E-F	3.162,05	86.384,26
2	A-C-G-B-D-F-E	3.146,42	79.582,68
3	A-G-C-B-F-D-E	3.146,42	79.656,80
4	A-C-G-B-F-D-E	3.146,42	91.282,73
5	A-C-G-B-F-D-E	3.146,42	91.282,73
6	A-C-G-B-F-D-E	3.146,42	91.282,73
7	A-G-C-B-F-D-E	3.146,42	79.656,80

Berdasarkan alternatif urutan *Job* diatas, diketahui bahwa iterasi dengan *makespan* terkecil terdapat pada iterasi 2 urutan *Job* A-C-G-B-D-F-E dengan nilai *makespan* sebesar 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* 79.582,68.

- e) Perhitungan Indeks Efisiensi (EI)

Sebagai langkah lanjutan dalam pengujian keandalan, maka perhitungan Indeks Efisiensi (EI) perlu dilakukan. Hal ini dilakukan sebagai langkah lanjutan dalam menguji reliabilitas yang berguna untuk menentukan kinerja yang paling efektif diantara kedua metode. Nilai $EI > 1$ menunjukkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) lebih efisien. Namun apabila nilai $EI = 1$ hal ini mengindikasikan bahwa kedua metode memiliki kemampuan yang sebanding dalam mencapai hasil. Perhitungan EI ini penting untuk menentukan metode dengan performa terbaik.

$$EI = \frac{\text{Makespan Awal Perusahaan}}{\text{Makespan Usulan Alternatif}}$$
$$EI = \frac{3.159,91}{3.146,42}$$
$$EI = 1,04$$

Berdasarkan hasil perhitungan EI menunjukkan angka 1,04 ($EI > 1$), terbukti bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) (usulan) lebih unggul dibandingkan metode *First Come First Serve* (FCFS) (perusahaan). Temuan ini sesuai dan mampu memvalidasi dengan hipotesis awal yang menyatakan bahwa *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah solusi optimal untuk penjadwalan produksi.

f) Perhitungan *Relative Error* (RE)

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh penyimpangan hasil akhir.

$$RE = \frac{\text{Makespan Usulan Awal} - \text{akespan Awal Usulan}}{\text{Makespan Usulan Awal}} \times 100\%$$
$$RE = \frac{3.159,91 - 3.146,42}{3.159,91} \times 100\%$$
$$RE = \frac{13,49}{3.159,91} \times 100\%$$
$$RE = 0,42\%$$

Analisis RE mengungkapkan bahwa metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) mengurangi makespan sebesar 0,42% dibandingkan *First Come First Serve* (FCFS) dengan selisih waktu 13,49 menit.

KESIMPULAN

Analisis penjadwalan produksi di CV. Syam's Handicraft Indonesia dilakukan dengan menghitung *makespan* menggunakan dua metode yaitu *First Come First Serve* (FCFS) yang merupakan metode yang diterapkan pada perusahaan dan *Campbell Dudek Smith* (CDS) sebagai metode alternatif. Perhitungan perbandingan antara metode *First Come First Serve* (FCFS) dan *Campbell Dudek Smith* (CDS) menunjukkan bahwa *Campbell Dudek Smith* (CDS) lebih efisien. Metode *First Come First Serve* (FCFS) menghasilkan *makespan* sebesar 3.159,91 menit dan *flowtime* sebesar 81.873,50 menit berdasarkan urutan pekerjaan A-B-C-D-E-F-G, sedangkan *Campbell Dudek Smith* (CDS) menghasilkan *makespan* 3.146,42 menit dan nilai *flowtime* sebesar 79.582,68 menit dengan berdasarkan urutan pekerjaan A-C-G-B-D-F-E. Serta memiliki nilai presentase perbedaan atau nilai RE sebesar 0,42% dengan selisih waktu sebesar 13,49 menit dan nilai EI yang menunjukan sebesar 1,04 ($EI > 1$). Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan waktu proses produksi dan urutan pekerjaan yang paling efisien. Dari hasil yang diperoleh menunjukan

bahwa metode yang diusulkan yaitu *Campbell Dudek Smith* (CDS) memiliki nilai terkecil, hal ini membuktikan bahwa metode tersebut sangat optimal dan efektif dalam penerapannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaruqi, W. M. (2015). *TIME MEASUREMENT OF THE WORKERS ON THE SHOES PRODUCTION PROCESS IN UD. PUTRI DIANA JOMBANG*.
- Ananda Viliandini, D., & Yuliawati, E. (2022). Penjadwalan Produksi dengan Metode Camphbell Dudek Smith (CDS) untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan). *Seminar Nasional*.
- Anita. (2022). PERBAIKAN PENJADWALAN DENGAN ALGORITMA CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS) GUNA MENDAPATKAN NILAI MAKESPAN TERKECIL. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1, 165–174.
- Annisya, S. D., & Saifudin, J. A. (2020). ANALISIS PENJADWALAN PRODUKSI BATU TAHAN API DENGAN MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS), NAWAZ ENSCORE HAM (NEH) DAN PALMER UNTUK MENGURANGI MAKSPAN DI PT.X. *Jurnal Manajemen Industri Dan Teknologi*, 1(3), 165–176.
<https://juminten.upnjatim.ac.id/index.php/juminten>
- Kulsum, Febianti, E., & Apriani, F. (2020). PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE JADWAL AKTIF DI PT.XYZ. *Journal Industrial Servicess*, 5(2), 199–206.
- Kurnia, Yasra, R., & Afma, V. M. (2013). PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CAMPBELL, DUDEK & SMITH PADA MESIN LASER MARKING JENIS EVERTECH UNTUK MEMINIMALISASI MAKESPAN. *PROFESIENSI*, 1(2), 93–103.
- S Sidabutar, S. N., Amin, M., & Putri, A. (2019). PENJADWALAN OPERASI MESIN PRODUKSI DENGAN METODE CDS (CAMPBELL DUDEK SMITH) DI PT TJOKRO BERSAUDARA BALIKPAPANINDO. *PROTON*, Vol. 11, 53–61.
- Sholeh, M., Asih, E. W., & Sodikin, I. (2021). PENJADWALAN PEKERJAAN YANG OPTIMAL UNTUK MEMINIMASI KETERLAMBATAN PADA PT MANDIRI JOGJA INTERNASIONAL. *Jurnal REKAVASI*, 9(1), 35–42.
- Sodikin, I., & Mashuri, A. (2012). PENJADWALAN PRODUKSI PADA SISTEM MANUFAKTUR REPETITIVE MAKE TO ORDER FLOW SHOP MELALUI PENDEKATAN THEORY OF CONSTRAINTS. *TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, 4(2).
- Sokhibi, A. (2017). PERANCANGAN KURSI ERGONOMIS UNTUK MEMPERBAIKI POSISI KERJA PADA PROSES PACKAGING JENANG KUDUS. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(1), 61–72.
- Yovinda, A., & Ahmad, D. (2022). Optimasi Penjadwalan Produksi Sanjai Rina Menggunakan Algoritma Campbell Dudek Smith. *Journal Of Mathematics UNP*, Vol. 7, 1–8.
- Yusuf, R. B., & Aryanny, E. (2022). ANALISA PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE CAMPBELL DUDEK SMITH UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN DI CV. AM. NANDA PUTRA. *JURNAL ILMIAH MULTI DISIPLIN INDONESIA*, Vol. 1(E-ISSN : 2809-1612, P-ISSN : 2809-1620).